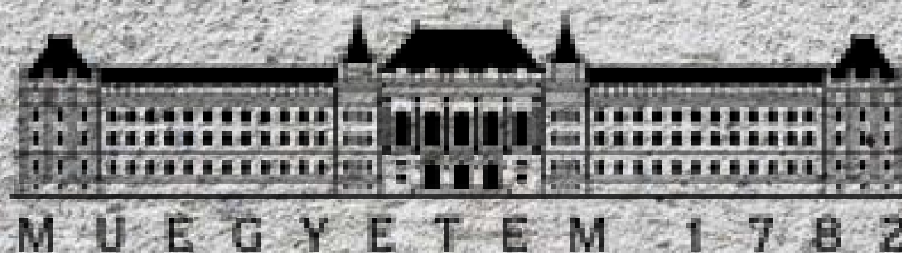
Betontechnológiai Szakirányú Továbbképzés
MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS

A MŰTÁRGYBA BEÉPÍTETT BETON MINŐSÍTÉSE



Dr. Kausay Tibor

2016. május 23.

2016. április

MAGYAR SZABVÁNY

MSZ 4798

Beton. Műszaki követelmények, tulajdonságok, készítés és megfelelőség, valamint az EN 206 alkalmazási feltételei Magyarországon

ICS 91.100.30

Hivatkozási szám: MSZ 4798:2016

(172 oldal)

Az MSZ 4798:2016 szabvány a betonra mint termékre vonatkozik, és nem vonatkozik a szerkezetbe beépített betonra.

(9) Ez a szabvány az út- és térburkolatok betonjára csak akkor vonatkozik, ha az érvényben lévő útügyi műszaki előírás erre a szabványra hivatkozik.

(10) E szabvány az előregyártott beton-, és vasbeton elemek betonjára csak akkor vonatkozik, ha az érvényben lévő termék-, és tervezési szabványok erre a szabványra hivatkoznak. Az előregyártott termékek, szerkezetek és az előregyártott szerkezeti elemek a vonatkozó termékszabványok követelményeinek feleljenek meg.

Mai előadás tárgya

Nemzeti építési törvények és rendeletek
(a felhasználás helyén érvényes)

Az MSZ EN 206:2014 betonszabvány és a többi „betonos” szabvány kapcsolata, alá, illetve fölé rendeltsége

MSZ EN 1990 (Eurocode)
A tartószerkezetek tervezésének alapjai

MSZ EN 13670
Betonszerkezetek kivitelezése

MSZ EN 1992 (Eurocode 2)
Betonszerkezetek tervezése

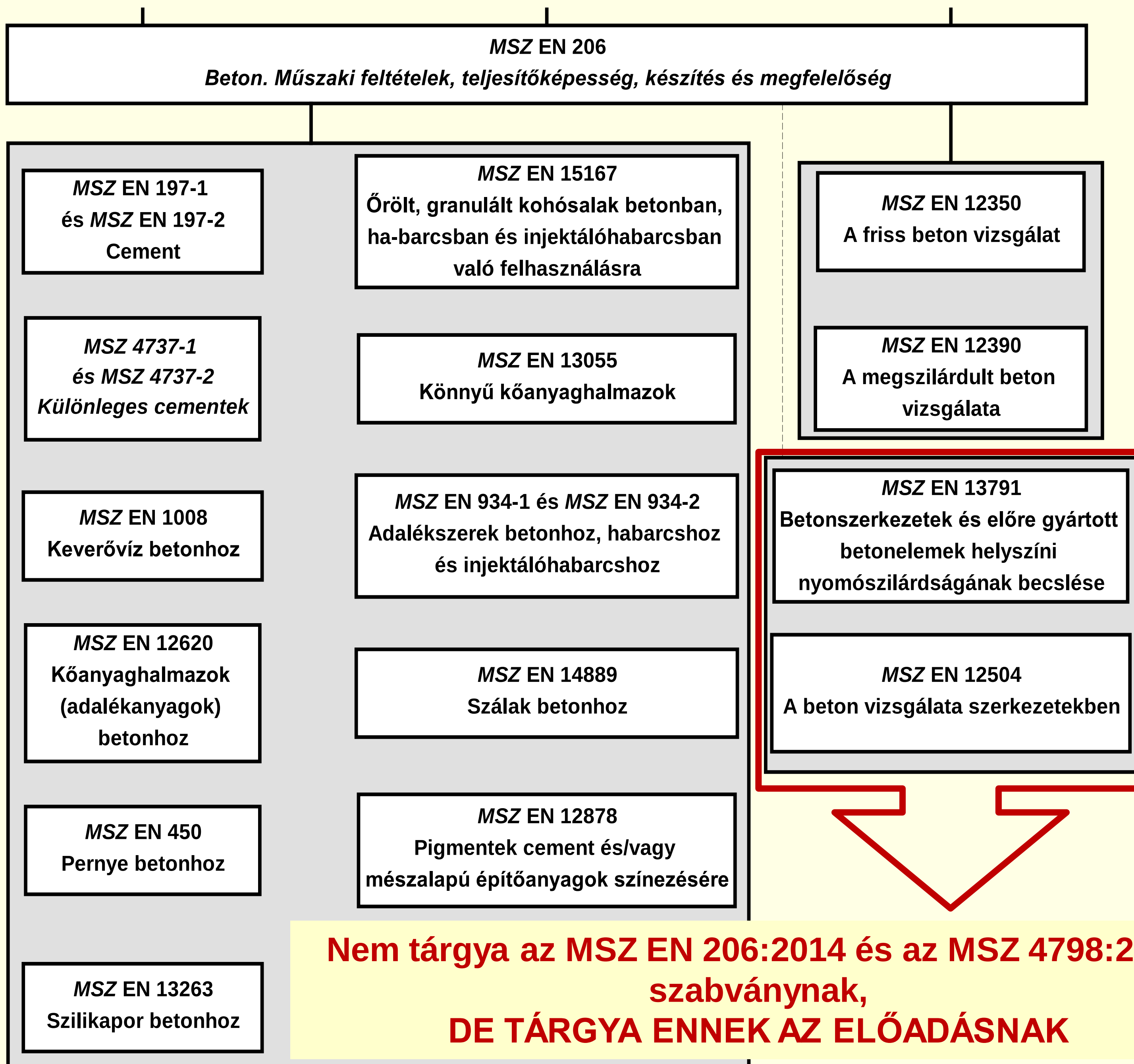
MSZ EN 13369
Előre gyártott betontermékek általános szabályai

MSZ 24803-1 és MSZ 24803-6-3
Épületszerkezetek megjelenési módjának előírásai

MSZ 4798:2016

MSZ EN 206
Beton. Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelőség

Az MSZ EN 206:2014 betonszabvány és a többi „betonos” szabvány kapcsolata (az előző ábra folytatása)



Nem tárgya az MSZ EN 206:2014 és az MSZ 4798:2016 szabványnak,
DE TÁRGYA ENNEK AZ ELŐADÁSNAK

Az Európai Parlament és az EU Tanácsa építési termékek forgalmazására vonatkozó harmonizált feltételek megállapításáról szóló 2011. március 9-i 305/2011/EU rendeletének I. melléklete szerint

az építménynek mind egészükben, mind különálló részeikben meg kell felelniük a rendeltetés szerinti használhatóság következő alapvető követelményeinek:

1. **Mechanikai szilárdság és állékonyság;**
2. **Tűzbiztonság;**
3. **Higiénia, az egészség- és a környezetvédelem;**
4. **Biztonságos használat és akadálymentesség;**
5. **Zajvédelem;**
6. **Energiatakarékosság és hővédelem;**
7. **Természeti erőforrások fenntartható használata.**

Az építményekre vonatkozó alapvető követelményeket az építési termékek forgalmazására vonatkozó harmonizált feltételek megállapításáról szóló 305/2011/EU rendelet (CPR = Construction Products Regulation = Építési termék rendelet) I. melléklete részletezi, a szilárdságra nézve így:

„1. Mechanikai szilárdság és állékonyság

Az építményeket úgy kell tervezni és megvalósítani, hogy a megvalósítás és a használat során várhatóan fellépő terhek ne eredményezzék a következő jelenségek egyikét sem:

a) az egész építménynek vagy az építmény egy részének összeomlása;
b) megengedhetetlen mértékű, jelentős deformáció;
c) az építmény más részeinek, illetve szerelvényeinek vagy beépített berendezéseinek károsodása az épület teherhordó szerkezetének jelentős deformációja miatt;
d) a kiváltó okhoz képest túlzott mértékű károsodás.”

Az országos településrendezési és építési követelményekről (OTÉK) szóló 253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet IV. Fejezete 50. § (3) bekezdése szerint

„Az építménynek meg kell felelnie a rendeltetési célja szerint

_a)_ az állékonyság és a mechanikai szilárdság,
_b)_ a tűzbiztonság,
_c)_ a higiénia, az egészség- és a környezetvédelem,
_d)_ a biztonságos használat és akadálymentesség,
_e)_ a zaj és rezgés elleni védelem,
_f)_ az energiatakarékosság és hővédelem,
_g)_ az élet- és vagyonvédelem, valamint
_h)_ a természeti erőforrások fenntartható használata

alapvető követelményeinek, és a tervezési programban részletezett elvárásoknak."

Az MSZ EN 1990:2011 „Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai" című szabvány előszava szerint az Eurocode-okat az EU és az EFTA (Európai Szabadkereskedelmi Társulás) tagállamainak egyetértésével az „épületek és más építőmérnöki szerkezetek esetén a 89/106/EEC irányelv (ma 305/2011/EU rendelet) szerinti alapvető követelmények – különösen az 1. számú alapvető követelmény: Mechanikai szilárdság és stabilitás, és a 2. számú alapvető követelmény : Tűzhatással szembeni biztonság – teljesülésének igazolására" alkalmazzák.

Az Eurocode-ok az építményekről és az azokkal kapcsolatos építőmérnöki szolgáltatásokról szóló megállapodások alapját képező dokumentum.

Az Eurocode-ok az építési termékekre vonatkozó harmonizált műszaki előírások (EN-ek és ETA-k Európai Műszaki Értékelések, 2013 előtt Európai Műszaki Engedélyek) kidolgozásának keretdokumentuma.

„… az Eurocode-okkal kapcsolatos munka során felmerülő műszaki szempontokat a CEN műszaki bizottságainak és/vagy az EOTA (Műszaki Engedélyeket, ma Európai Műszaki Értékeléseket Jóváhagyó Európai Szervezet) termékszabványok kidolgozásával foglalkozó munkacsoportjainak megfelelő módon figyelembe kell venniük annak érdekében, hogy ezek a műszaki előírások (EN-ek és ETA-k) teljes mértékben összhangban legyenek az Eurocode-okkal."

Ez nyilvánvalóan kimondatlanul is vonatkozik a nemzeti szabványosítási műszaki bizottságok munkájára, illetve a nemzeti szabványokra, nemzeti alkalmazási dokumentumokra is; tehát, hogy a nemzeti szabványok, NAD-ok összhangban kell legyenek az Eurocode-okkal.

Az MSZ EN 1990:2011 Eurocode szabvány 2.1. szakasza szerint alapvető követelmény:

(1)P A tartószerkezeteket úgy kell megtervezni és megvalósítani, hogy az előirányzott élettartamuk során kellő megbízhatósággal és gazdaságosan

- viseljék a kivitelezés és a használat során várhatóan fellépő összes hatást, és legyenek alkalmasak az előirányzott használatra ► tervezési élettartam.

(2)P A tartószerkezeteket úgy kell továbbá megtervezni, hogy azok

- teherbírása ► nyomószilárdsági osztály,

- használhatósága és

- tartóssága ► környezeti osztály

megfelelő legyen.

(6) Az alapvető követelményeket általában

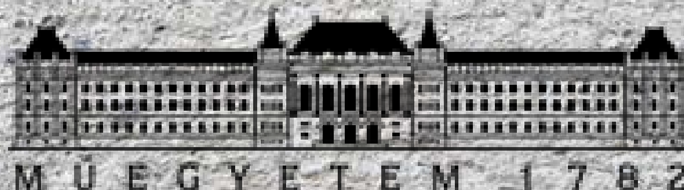
- **az anyagok alkalmas megválasztásával**,
- **megfelelő tervezéssel és szerkesztési szabályok alkalmazásával**,
- **a tervezés, a gyártás, a kivitelezés és a használat során az adott építési feladat szempontjainak figyelembevételével előírt ellenőrzési eljárások alkalmazásával**

kell kielégíteni.

Betontechnológiai Szakirányú Továbbképzés
MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS

A MŰTÁRGYBA BEÉPÍTETT BETON MINŐSÍTÉSE

BETONSZERKEZETEK KIVITELEZÉSE



Dr. Kausay Tibor

MSZ EN 13670:2010 Betonszerkezetek kivitelezése

3.4. felülvizsgálat (inspection)

Annak érdekében végzett tevékenység, hogy ellenőrizzék a kivitelezés összhangban van-e az építmény műszaki leírásával.

3.8. az építmény műszaki leírása (project specification)

Egyedi létesítményre a műszaki adatokat és követelményeket összefoglaló, e szabvány követelményeinek a kiegészítésére és pontosítására elkészített dokumentumok.

MSZ EN 13670:2010 A melléklet A4.1. Az építmény műszaki leírása

A betonszerkezetek műszaki dokumentációja tartalmazza:

- a tervezési számításokat az egyedi elemekre és a teljes szerkezetre;
- az építmény műszaki leírását, úgy mint:

a) Az építés vázlatát, megadva minden szükséges tájékoztatást, úgy mint a szerkezet geometriája, a vasalás és a feszítő acélok mennyisége és helyzete, előregyártott elemek esetén az emelőeszközök, a tömeg, a betétek, stb.

b) Valamennyi alkalmazandó termék leírását, a termékek felhasználására vonatkozó követelményekkel. Ezt a tájékoztatást ajánlatos megadni a rajzokon és/vagy a munka leírásában.

c) A munka leírását. Ez az a dokumentum, amely leírja az alkalmazandó felülvizsgálati osztályt, valamennyi speciális tűrést, a végleges felület tulajdonságaira vonatkozó követelményeket stb. A munka leírásának kell megadnia a kivitelezésre vonatkozó követelményeket is, azaz a műveletek sorrendjét, az ideiglenes alátámasztásokat, a munkafolyamatokat stb.

d) Ahol érvényes, az előregyártott elemek szerelési utasítását.

(4) Az MSZ EN 13670:2010 szabvány A1. táblázata azoknak a tájékoztatásoknak az összefoglalását adja meg, amelyeket ajánlatos belefoglalni az építmény műszaki leírásába, mint fontosakat, ennek a szabványnak megfelelően.

MSZ EN 13670:2010 A1. táblázat: Az építmény műszaki leírásába foglalandó tájékoztatások ellenőrző listája RÉSZLET

Fejezet	Szakasz bekezdés	Szöveg
1. Alkalmazási terület	1(2)	Bármilyen kiegészítő követelmény előírása a mérnöki munkára
	1(3)	A speciális építmény-követelmények előírása
	1(7)	A kivitelezéshez eszközként használt betonelemekre vonatkozó követelmények előírása
	1(10)	Követelmények előírása a speciális geotechnikai műtárgyakra
2. Kötelező hivatkozások	2(2)	Valamennyi vonatkozó nemzeti szabvány és az építés helyén érvényes előírások megadása
4. Dokumentáció	4.1.(1)	Az építmény műszaki leírásában megadandó valamennyi szükséges műszaki tájékoztatás
	4.1.(1)	Nemzeti előírások, amelyeket szükséges betartani
5. Állványzat és zsaluzat	5.4.(4)	A végleges felület vonatkozó bármilyen követelmény előírása
	5.5.2.	A speciális zsaluzatra vonatkozó bármilyen követelmény előírása

MSZ EN 13670:2010 A1. táblázat: Az építmény műszaki leírásába foglalandó tájékoztatások ellenőrző listája RÉSZLET

Fejezet	Szakasz bekezdés	Szöveg
6. Vasalás	6.2.(1)	A vasalás fajtájának előírása
	6.2.(1)	Az betétek acélanyaga feltételeinek az előírása
	6.6.(1)	A vasalás helyzete, beleértve a kapcsolatok helyzetét is
7. Feszítés	7.2.1.(1)	Az utófeszítési rendszer jóváhagyása
	7.4.(1)	A feszítőbetétek összeállításának a feltételei
	7.5.1.(1)	A feszítőbetétek helyzete
	7.6.3.(1)	Meg van-e engedve – 10 °C alatti feszítés. Ha igen, elő kell írni a további óvintézkedéseket
	7.6.3.(1)	A –10 °C alatti környezeti hőmérséklet melletti feszítés feltételei
	7.6.3.(2)	Bármely speciális elrendezés meghatározása a helyben mért + 5 °C alatti hőmérséklet melletti feszítésre
	7.7.5.(1)	Előírások az injektálóhabarcs keverésére, ha az nem egyezik meg az EN 446 és EN 447 előírásaival

MSZ EN 13670:2010 A1. táblázat: Az építmény műszaki leírásába foglalandó tájékoztatások ellenőrző listája RÉSZLET

Fejezet	Szakasz bekezdés	Szöveg
8. Betonozás	8.1.(1)	Ellenőrizni kell, hogy valamennyi szükséges betontulajdonság elő van-e írva
	8.3.(2)	Meg kell állapítani, hogy szükséges-e próbaöntés
	8.4.(2)	Meg kell állapítani, hogy a betonfelületre vannak-e kiegészítő korlátozások
	8.5.(5)	Rögzíteni kell, ha különböző utókezelési időtartamok szükségesek
	8.5.(5)	Feltételek a nyomószilárdság százalékainak az átszámítására az időtől függően
	8.5.(6)	A betonfelületen utókezelő adalékszer alkalmazására vonatkozó bármilyen korlátozás megállapítása

MSZ EN 13670:2010 A1. táblázat: Az építmény műszaki leírásába foglalandó tájékoztatások ellenőrző listája RÉSZLET

Fejezet	Szakasz bekezdés	Szöveg
8. Betonozás	8.5.(8)	Meg kell határozni a gyorsított érlelésre vagy hűtésre vonatkozó követelményeket
	8.5.(8)	Ha magasabb csúcshőmérsékletek elfogadhatók, azok megadása
	8.6.(3)	Van-e követelmény a szilárd beton helyszíni vizsgálatára. Ha van, akkor meg kell adni a vizsgálat módját, gyakoriságát és a megfelelőségi feltételeket
	8.7.(1)	A speciális kivitelezési módszerek előírása
	8.7.(2)	Szükséges-e speciális eljárás előírása speciális betonokkal való kivitelezéshez
9. Kivitelezés előre-gyártott elemekkel	9.3.(1)	Meg kell határozni, hogy a helyszínen készített elemeknek meg kell-e felelniük a termékszabványoknak. Ha igen, meg kell adni a szabványt.

MSZ EN 13670:2010 B melléklet (tájékoztatás):

Útmutató az állványzatra és a zsaluzatra

B5.3. Állványzat

(1) Az állványzat alátámasztásai korrekt illeszkedéséhez a kiékeléseket megfelelően kell biztosítani a betonozás alatti elcsúszással szemben.

B5.5. Speciális zsaluzat

B5.5.1. Csúszózsaluzat

A vasbetétek védelmére szükséges intézkedések a következők lehetnek:

- **a felület kezelése, miután a zsaluzat azt elhagyta, pl. simítás;**
- **a felületen megfelelő párazáró film alkalmazása;**
- **a névleges betontakarás növelése.**

B5.5.2. Áteresztő zsalubetét

(1) Az áteresztő zsalubetétek alkalmazás javítja a beton minőségét a betontakarás zónájában és lényegesen csökkenti az üregek méretét és számát.

DEUTSCHE NORM | Januar 2010

DIN 18218



ICS 91.080.40

Ersatz für
DIN 18218:1980-09

Frischbetondruck auf lotrechte Schalungen

Pressure of fresh concrete on vertical formwork

Pression de béton fraîchement malaxé sur des coffrages verticaux

DIN 18218:2010 „Friss beton nyomása a függőleges zsaluzatra”

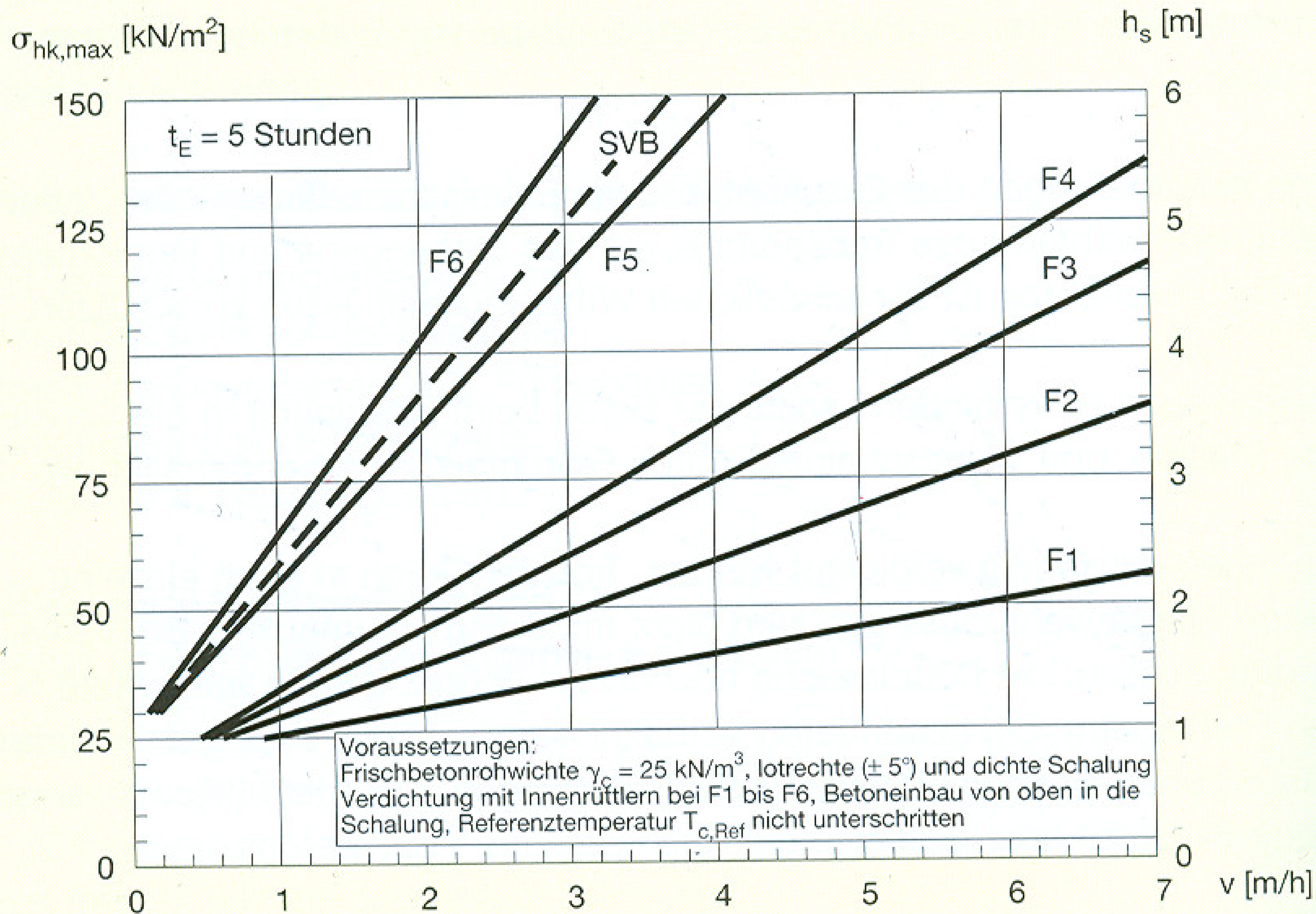
DIN 18218:2010
„Friss beton nyomása a függőleges zsaluzatra”

1. **Alkalmazás**

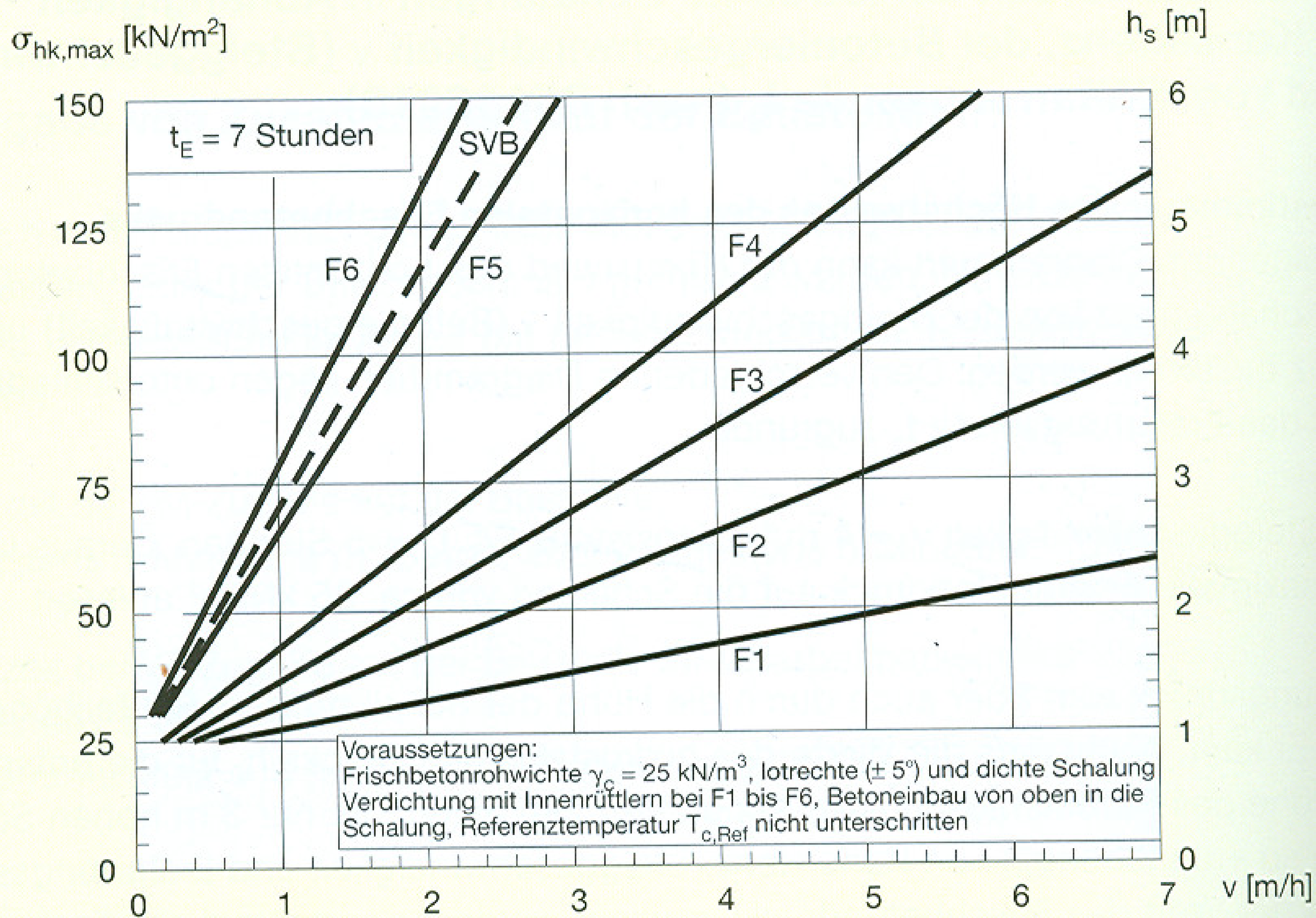
A szabvány a DIN EN 206-1 és DIN 1045-2 szerinti friss betonok, valamint a DAfStb-Richtlinie „Selbstverdichtender Beton“ szerinti öntömörödő friss betonok függőleges zsaluzatra gyakorolt nyomásával foglalkozik, ha a beton legnagyobb szemnagysága legfeljebb 63 mm.

E szabvány szerint meghatározott friss beton nyomások a függőleges és a függőlegessel legfeljebb 5°-os szöget bezáró zsaluzatok méretezéséhez alkalmazhatók.

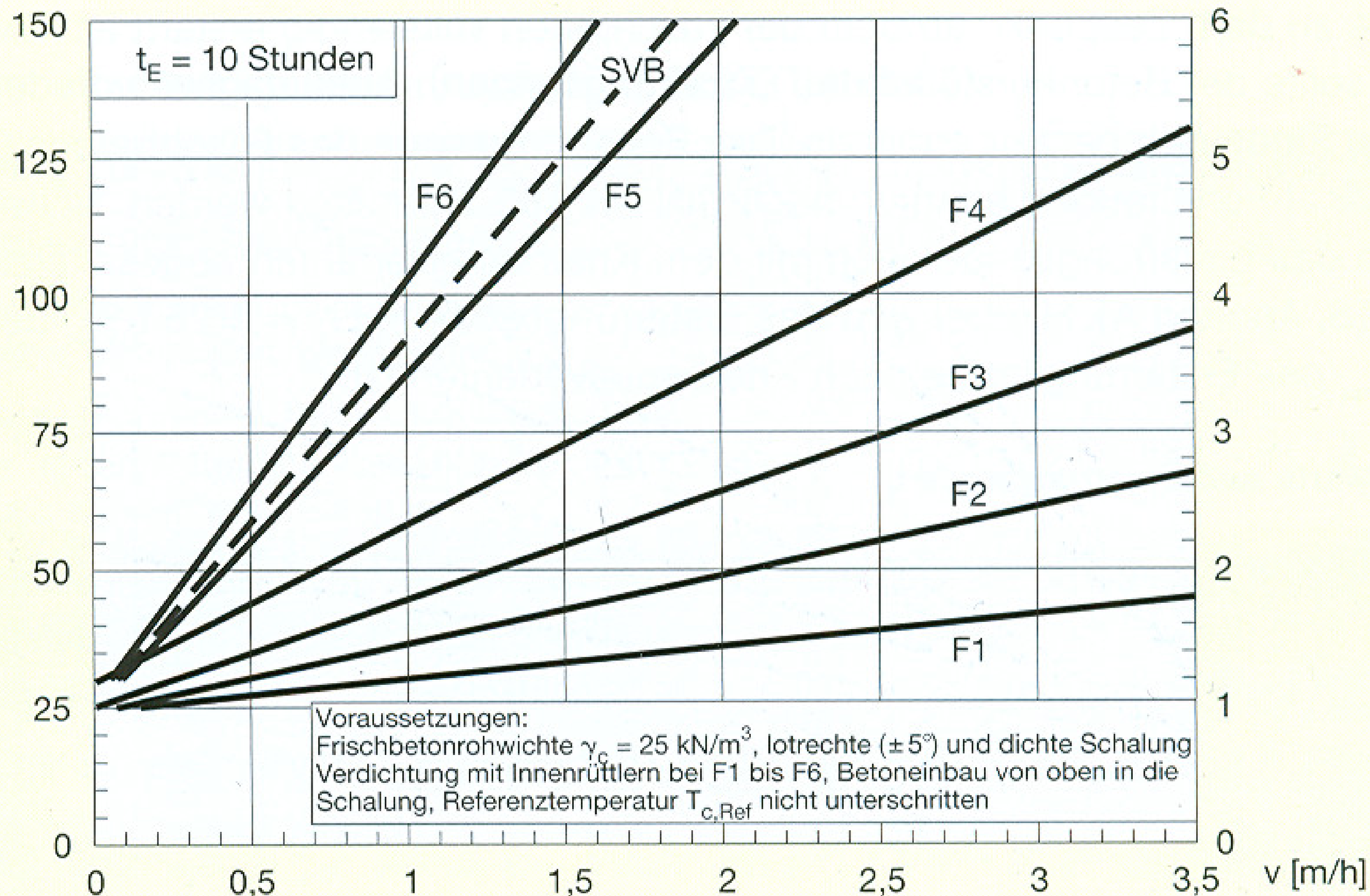
E szabvány szerinti előírásoktól el lehet tekinteni, ha egy pontos számítás helytálló voltát igazolják, vagy kísérletet végeznek.

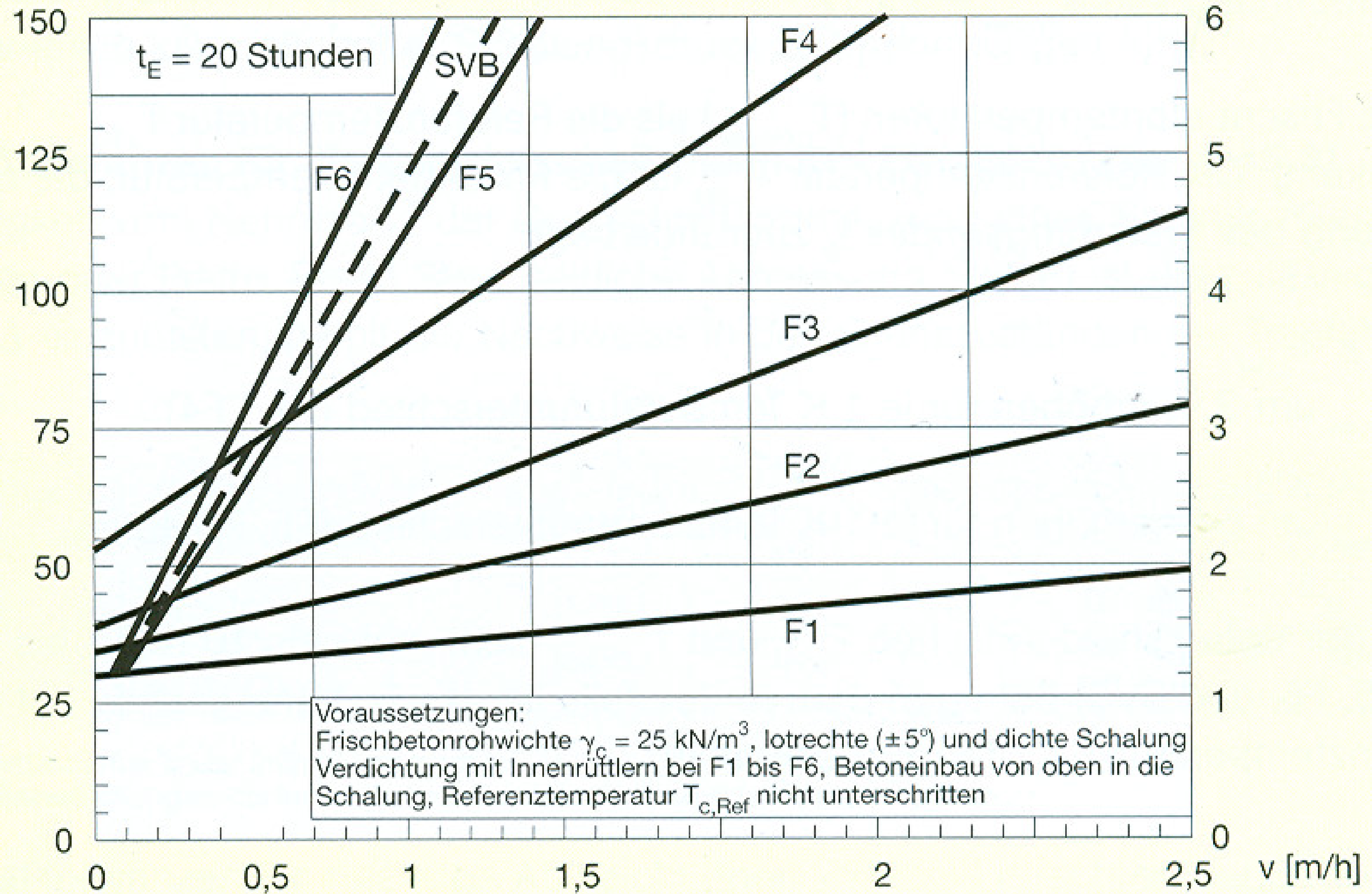


σhk,max [kN/m²]
hs [m]
tE = 5 Stunden
SVB
F6
F5
F4
F3
F2
F1
150
125
100
75
50
25
0
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
7
v [m/h]
Voraussetzungen:
Frischbetonrohwichte γc = 25 kN/m³, lotrechte (± 5°) und dichte Schalung
Verdichtung mit Innenrüttlern bei F1 bis F6, Betoneinbau von oben in die
Schalung, Referenztemperatur Tc,Ref nicht unterschritten



$\sigma_{hk,max}$ [kN/m²]
h_s [m]
t_E = 7 Stunden
SVB
F6
F5
F4
F3
F2
F1
150
125
100
75
50
25
0
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
7
v [m/h]
Voraussetzungen:
Frischbetonrohwichte γ_c = 25 kN/m³, lotrechte (± 5°) und dichte Schalung
Verdichtung mit Innenrüttlern bei F1 bis F6, Betoneinbau von oben in die
Schalung, Referenztemperatur $T_{c,Ref}$ nicht unterschritten


σhk,max [kN/m²]
hs [m]
tE = 10 Stunden
SVB
F6
F5
F4
F3
F2
F1
150
125
100
75
50
25
0
6
5
4
3
2
1
0
0
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5
v [m/h]
Voraussetzungen:
Frischbetonrohwichte γc = 25 kN/m³, lotrechte (± 5°) und dichte Schalung
Verdichtung mit Innenrüttlern bei F1 bis F6, Betoneinbau von oben in die
Schalung, Referenztemperatur Tc,Ref nicht unterschritten



$\sigma_{hk,max}$ [kN/m²]
h_s [m]
t_E = 20 Stunden
SVB
F6
F5
F4
F3
F2
F1
150
125
100
75
50
25
0
6
5
4
3
2
1
0
0
0,5
1
1,5
2
2,5
v [m/h]
Voraussetzungen:
Frischbetonrohwichte γ_c = 25 kN/m³, lotrechte (± 5°) und dichte Schalung
Verdichtung mit Innenrüttlern bei F1 bis F6, Betoneinbau von oben in die
Schalung, Referenztemperatur $T_{c,Ref}$ nicht unterschritten

Arrhenius-féle szilárdulási modell alkalmazása a fiatal beton kizsaluzhatóságának meghatározására

IRODALOM:

MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) szabvány 3.1.2. fejezete

Kausay Tibor: „A fiatal beton szilárdulási folyamatának modelljei. Szakirodalmi áttekintés. 3. rész: Az Arrhenius-féle modell.” Vasbetonépítés. XIII. évfolyam. 2011. 4. szám. pp. 122-127. http://fib.bme.hu/folyoirat/vb/vb2011_4.pdf

***Svante August Arrhenius* (1859-1927) svéd kémiai Nobel-díjas (1903) fizikus és kémikus, aki 1888-ban dolgozta ki a tételét, amelyet beton érési-szilárdulási becslő modellként először 1977-ben *P. Freiesleben Hansen* és *E. J. Pedersen* alkalmazott.**





***P. Freiesleben Hansen – E. J. Pedersen*: „Maturity computer for controlled curing and hardening of concrete” Nordisk Betong. Vol. 1. 1977. pp. 21-25.**

Az *Arrhenius*-tétel alapján a CEB-FIP Model Code 1990 modell-kód 2.1.6.1. fejezetének (2.1-53) összefüggése és az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) szabvány 3.1.2. fejezete (6) bekezdésének (3.1.) összefüggése szerint a 28 naposnál fiatalabb beton átlagos nyomószilárdságát a *t* időpontban – a szilárdulási idő tényező $\beta_{cc}(t)$ és a beton 28 napos átlagos nyomószilárdsága (f_{cm}) felhasználásával – a következő összefüggéssel lehet megbecsülni:

$$f_{cm}(t) = \beta_{cc}(t) \cdot f_{cm} = e^{s \cdot \left[1 - \left(\frac{28}{t_T}\right)^{1/2}\right]} \cdot f_{cm} \qquad \textbf{(17)}$$

Az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) szabvány 3.1.2. fejezete (6) bekezdésben kihangsúlyozzák, hogy *ha a beton 28 napos megkövetelt nyomószilárdsága nem teljesül, akkor a (15) és (17) alatti összefüggést használni, továbbá ezekkel a nem megfelelő referencia-szilárdság meglétét visszamenőlegesen, az utószilárdulás figyelembevételével igazolni nem szabad*.

(6) A t korú beton nyomószilárdsága függ a cement típusától, a hőmérséklettől és az utókezelés körülményeitől. Átlagos 20°C hőmérséklet és az EN 12390 szerinti utókezelés esetén a különböző korú betonok $f_{cm}(t)$ nyomószilárdsága a (3.1.) és a (3.2.) összefüggésekből becsülhető.

$$f_{cm}(t) = \beta_{cc}(t)\, f_{cm} \qquad (3.1.)$$

és

$$\beta_{cc}(t) = \exp\left\{ s\left[1-\left(\frac{28}{t}\right)^{1/2}\right]\right\} \qquad (3.2.)$$

Arrhenius-féle összefüggés

MSZ EN 1992-1-1 Eurocode 2, 3.1.2. szakasz

Az MSZ EN 1992-1-1 Eurocode 2 szabványban olvasható:

„Ha a beton nem felel meg a 28 napos nyomószilárdságára vonatkozó előírásoknak, akkor a (3.1.) és a (3.2.) összefüggések nem érvényesek.

Ezt a bekezdést általában nem szabad alkalmazni arra, hogy egy nem megfelelő referenciaszilárdság meglétét visszamenőlegesen, az utószilárdulás figyelembevételével igazoljanak."

8. táblázat: A cement fajtájától függő tényező (*s*) értéke a (15) – (17) összefüggésben

CEB-FIP Model Code 1990 modell-kód 2.1.6.1. fejezete és az *MSZ EN 1992-1-1:2010* (Eurocode 2) szabvány 3.1.2 fejezetének (6) bekezdése szerint	
s	ha a cement fajtája
0,20	CEM 42,5 R; CEM 52,5 N; CEM 52,5 R [a)]
0,25	CEM 32,5 R; CEM 42,5 N [b)]
0,38	CEM 32,5 N [c)]

Megjegyzés:

CEB-FIP Model Code 1990 modell-kód 2.1.6.1. fejezete és d.4.2.1 függeléke az

[a)] szerinti cementek csoportját *RS* osztályú, gyorsan szilárduló és nagyszilárdságú (rapid hardening high strength cements), akkori jelöléssel CE 52,5;

[b)] szerinti cementek csoportját *R* osztályú, gyorsan szilárduló (rapid hardening cements), akkori jelöléssel CE 42,5 R, és *N* osztályú, normál módon szilárduló (normal hardening cements), akkori jelöléssel CE 32,5 R és CE 42,5;

[c)] szerinti cementek csoportját *SL* osztályú, lassan szilárduló (slowly hardening cements), akkori jelöléssel CE 32,5 cementnek nevezi;

MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) szabvány 3.1.2 fejezetének (6) bekezdése az

[a)] szerinti cementek csoportját *R* osztályú,

[b)] szerinti cementek csoportját *N* osztályú,

[c)] szerinti cementek csoportját *S* osztályú cementnek nevezi.

Ezek a betűjelek nem tévesztendők össze az MSZ EN 197-1:2000 cement-szabvány szerinti betűjelekkel.

8. táblázat folytatása

Rostasy – Krauß – Budelmann (2002) szerint, lásd: *Röhling, S.*: „Zwangsspannungen infolge Hydratationswärme”, Verlag Bau+Technik GmbH, Düsseldorf, 2009	
s	ha a cement fajtája
0,17 – 0,22	CEM I 52,5 (C60/75 osztályú betonok)
0,20 – 0,23	CEM I 42,5 R (C40/50 osztályú betonok)
0,28 – 0,45	CEM III/B 32,5 NW, kis hőfejlesztésű kohósalakcement (C40/50 osztályú betonok)

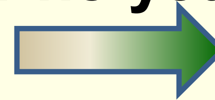
A $\beta_{cc}(t)$ **szilárdulási idő tényező** a hőmérséklet befolyásolta helyettesítő időtartamnak (t_T) és a cement fajtájától függő együtthatónak (s) a függvénye (*24. ábra*):

$$\beta_{cc}(t) = exp\left\{ s \cdot \left[1 - \left(\frac{28}{t_T / t_{1,T}} \right)^{1/2} \right] \right\} = e^{s \cdot \left[1 - \left(\frac{28}{t_T / t_{1,T}} \right)^{1/2} \right]} \quad (14)$$

ahol:

s cement fajtájától függő tényező, lásd a *8. táblázatot*

t_T a (13) összefüggés szerinti helyettesítő időtartam, napban kifejezve



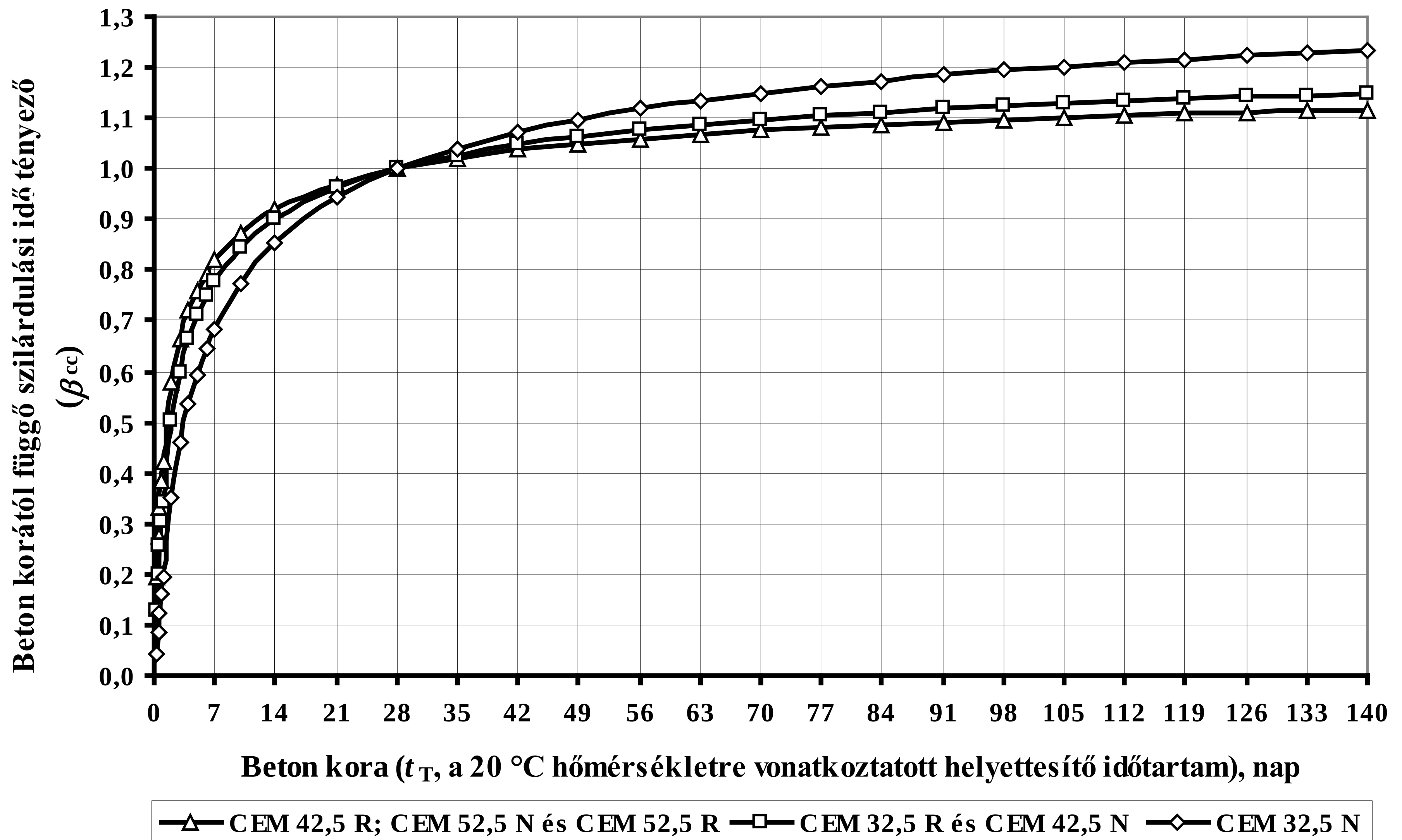
$t_{1,T}$ 1 nap, a mértékegységre tekintettel szerepeltetik az összefüggésben.

Alkalmazva a $t = t_T/t_1$ egyszerűsítést, a CEB-FIP Model Code 1990 modell-kódból átvett (14) összefüggés az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) szabvány 3.1.2. fejezetének (6) bekezdésében – (3.2) jel alatt – a következő alakot ölti, és ugyancsak a 28 napos korú, szabványosan tárolt és utókezelt beton átlagos nyomószilárdságára vonatkoztatva az idő függvényében a $\beta_{cc}(t)$ szilárdulási idő tényezőt adja meg:

$$\beta_{cc}(t) = \exp\left\{ s \cdot \left[1 - \left(\frac{28}{t} \right)^{1/2} \right] \right\} = e^{s \cdot \left[1 - \left(\frac{28}{t} \right)^{1/2} \right]} \qquad (15)$$

A (15) összefüggésben a *t* betonkor a (13) összefüggés szerinti t_T helyettesítő időtartam.

A (15) összefüggés az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) szabvány 10.3.1.1 fejezetének (3) bekezdése szerint az előregyártott vasbeton szerkezeti elemek hőérlelése esetén is érvényes, ha a beton 28 napnál fiatalabb. Megjegyzik, hogy ebben az esetben a $\beta_{cc}(t)$ tényezőt általában 1,0-ra kell korlátozni. Ez azt jelenti, hogy a (15) jelű összefüggés hőérlelt betonok esetén is akkor alkalmazható, ha azok 28 napnál fiatalabbak (*24. ábra*).



24. ábra: β_{cc}(t), szilárdulási idő tényező függvénye

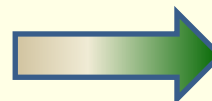
A 20 °C betonhőmérsékletre vonatkoztatott helyettesítő időtartam (t_T) az *Arrhenius*–féle összefüggés alapján, portlandcement esetén:

$$t_T = \sum_{i=1}^{n} t_{T_i} \cdot \Delta t_i = \sum_{i=1}^{n} e^{\left(13,65 - \frac{4000}{273 + T_i}\right)} \cdot \Delta t_i \quad [\,nap\ vagy\ óra\,] \qquad (13)$$

ahol:

- **T_i** — **az adott szilárdulási időtartam alatt változatlan betonhőmérséklet vagy átlagos betonhőmérséklet (vizsgálati hőmérséklet), ºC-ban kifejezve**
- **Δt_i** — **a szilárdulási időtartam (intervallum), amely alatt a hőmérséklet változatlan vagy átlagával jellemezhető (T_i), napban vagy órában kifejezve**

A helyettesítő időtartam (t_T) számítására a (13) *Arrhenius*–féle összefüggés alapján a *7. táblázatban* mutatunk be példát.

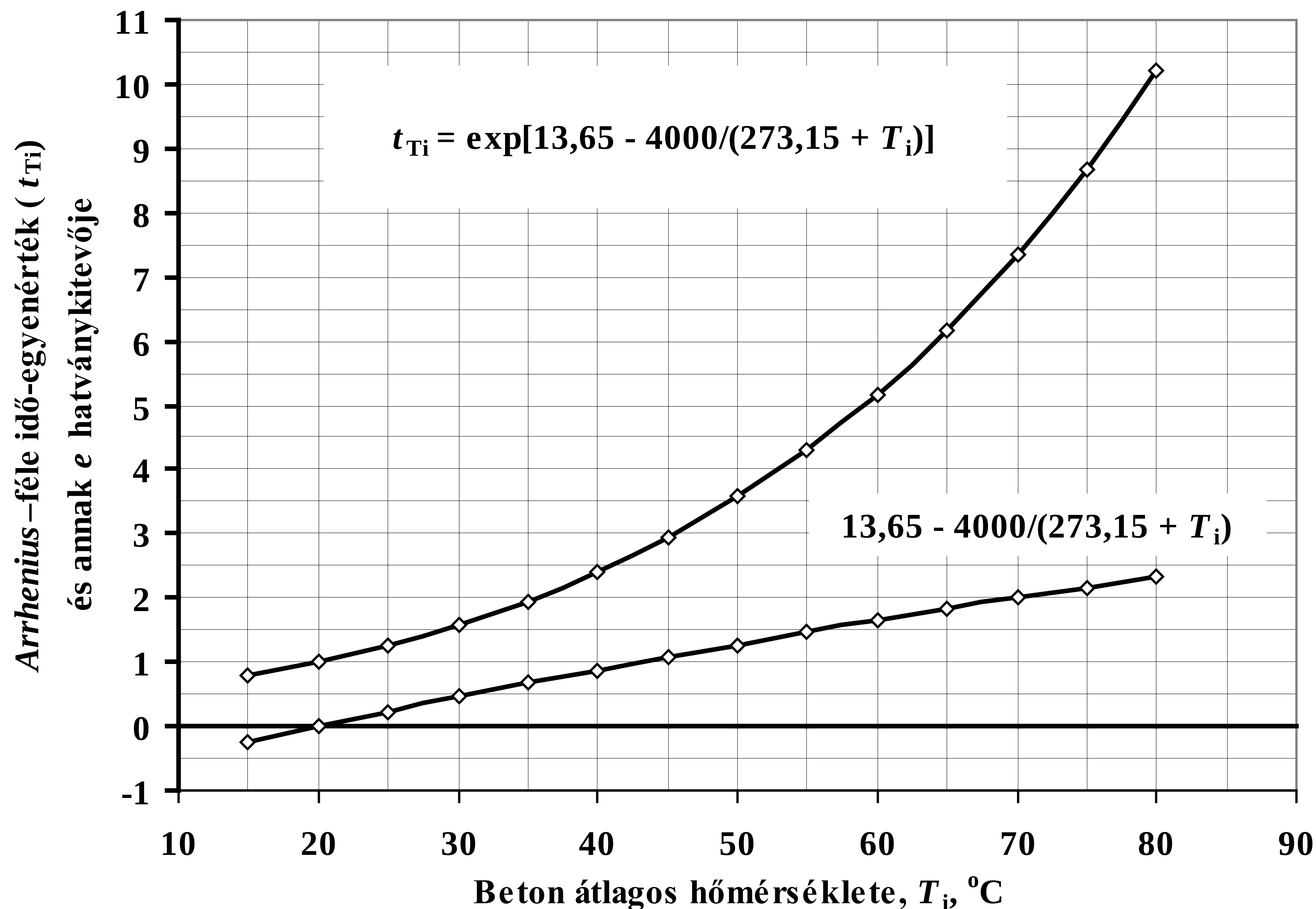


Az idő-egyenérték összefüggés (t_{T_i}) T_i = 20 °C vizsgálati anyaghőmérsékleten $t_{T_i} = t_{20°C}$ = 1,0 értéket vesz fel (*23. ábra*):

$$t_{T_i} = e^{\left(13,65 - \frac{4000}{273,15 + T_i}\right)} \quad \left[nevezetlen\ szám\right] \qquad (12)$$

6. táblázat: Példa *a* t_{T_i} idő-egyenérték számítására a (12) összefüggés alapján, feltételezve, hogy a hőmérséklet T_i ≥ 15 ºC (*23. ábra*)

T_i a beton átlagos hőmérséklete egy napon át °C	*e* hatványkitevője a t_{T_i} idő-egyenérték összefüggésben	t_{T_i} idő-egyenérték (20 °C hőmérsékletű napra vonatkoztatva, az *e* hatványa)
15	-0,232	0,793
20	0,000	1,000
25	0,234	1,264
30	0,455	1,577
35	0,669	1,953
40	0,877	2,403
45	1,077	2,937
50	1,272	3,567
55	1,460	4,308
60	1,643	5,173
65	1,821	6,178
70	1,993	7,340
75	2,161	8,677
80	2,323	10,210



23. ábra: ***Arrhenius*–féle idő-egyenérték (t_{Ti}) összefüggés és abban az „*e*” (*e* = 2,718282 *Euler*-féle szám, a természetes logaritmus alapja) hatványkitevője a hőmérséklet függvényében**

7. táblázat: Példa a helyettesítő időtartam számítására a (13) *Arrhenius*–féle összefüggés alapján

Érlelési idő, óra	Mért hőmérséklet, °C	Δt_i, óra	Átlagos hőmérséklet, T_i, °C	Idő-egyenérték, t_{Ti}	Helyettesítő időtartam, t_T, óra
0,5 1,0	20 21	0,5 0,5	20,5	1,029	1,03
1,5 2,0	22 23	0,5 0,5	22,5	1,128	2,16
2,5 3,0	24 25	0,5 0,5	24,5	1,235	3,39
3,5 4,0	27 28	0,5 0,5	27,5	1,413	4,80
4,5 5,0	29 30	0,5 0,5	29,5	1,543	6,35
5,5 6,0	31 32	0,5 0,5	31,5	1,682	8,03
6,5 7,0	33 33	0,5 0,5	33,0	1,794	9,82
7,5 8,0	34 34	0,5 0,5	34,0	1,872	11,70

Példaképpen – MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) szabvány szerinti (17) összefüggés, valamint az *5. és 8. táblázat* alapján – a *9. táblázatban* számítsuk ki annak a CEM 32,5 N jelű cementtel készítendő betonnak a kizsaluzhatósági idejét, amelytől megköveteljük, hogy a teherhordó zsaluzat eltávolításának időpontjában a beton nyomószilárdsága érje el a 28 napos nyomószilárdság 80 %-át.

A betonozás tervezésének idején felkészülünk arra, hogy a fiatal beton átlagos hőmérséklete a kizsaluzásig – az időjárástól függően, és az egyszerűség kedvéért – például 15 °C vagy 20 °C vagy 25 °C lesz.

$$\frac{f_{cm}(t)}{f_{cm}} = \beta_{cc}(t) = 0{,}8 = e^{s \cdot \left[1 - \left(\frac{28}{t_T}\right)^{1/2}\right]}$$

$$\frac{\ln 0{,}8}{s} = \frac{-0{,}2231435}{0{,}38} = -0{,}5872198 = 1 - \left(\frac{28}{t_T}\right)^{1/2}$$

$$\frac{28}{t_T} = 1{,}5872198^2 = 2{,}5192667$$

$$t_T = 11{,}114345 \text{ nap}, \quad \textit{helyettesítő idő (13) szerint}$$

9. táblázat: Példa a kizsaluzhatóság időpontjának kiszámítására

T Beton átlagos hőmérséklete a készítéstől a kizsaluzásig °C	t_{Ti} Idő-egyenérték az *6. táblázatból*	$\Delta t_{kizsaluzási} = t_T/t_{Ti}$ Kizsaluzhatóság időpontja Nap
15	0,793	14,0
20	1,000	11,1
25	1,264	8,8

Tehát a példa szerinti beton
15 °C átlagos hőmérséklet esetén 14 napos;
20 °C átlagos hőmérséklet esetén 11 napos;
25 °C átlagos hőmérséklet esetén 9 napos korban zsaluzható ki.

Arról természetesen meg kell győződni, hogy az adott nyomószilárdsági osztályú beton 28 napos kori nyomószilárdságának 80 %-a a teherbírás szempontjából kizsaluzáskor elegendő-e. Így például

Beton 28 napos kori átlagos nyomószilárdságának 80 %-a:

- a **C20/25** nyomószilárdsági osztályú beton 28 napos kori előírt átlagos nyomószilárdságának 80 %-a vegyesen tárolt 150 mm méretű próbakockán mérve: $f_{cm,cube,80\%} = 0{,}8 \times (1/0{,}75) \times (20+8) = 29{,}9$ N/mm^2;
- a **C25/30** nyomószilárdsági osztályú beton 28 napos kori előírt átlagos nyomószilárdságának 80 %-a vegyesen tárolt 150 mm méretű próbakockán mérve: $f_{cm,cube,80\%} = 0{,}8 \times (1/0{,}75) \times (25+8) = 35{,}2$ N/mm^2;
- a **C30/37** nyomószilárdsági osztályú beton 28 napos kori előírt átlagos nyomószilárdságának 80 %-a vegyesen tárolt 150 mm méretű próbakockán mérve: $f_{cm,cube,80\%} = 0{,}8 \times (1/0{,}75) \times (30+8) = 40{,}5$ N/mm^2.

MSZ EN 13670:2010 B melléklet (tájékoztatás):

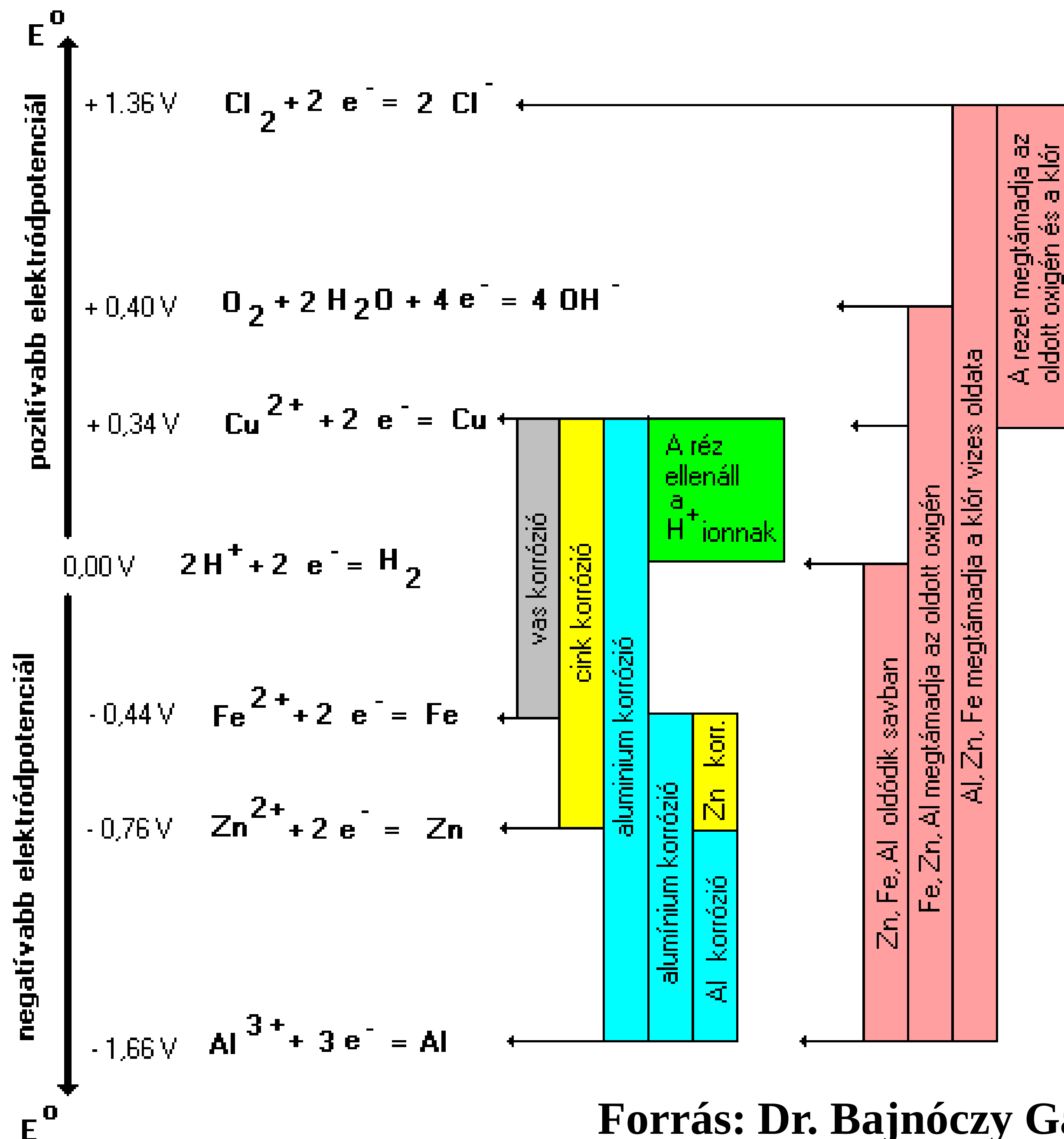
Útmutató az állványzatra és a zsaluzatra

B5.7. Betétek a zsaluzatban

(1) Amikor alumínium vagy galvanizált acél betéteket használnak, akkor speciális intézkedéseket kell hozni, hogy elkerüljék a fém és a beton közötti kémiai reakciókat.

Különböző elektromos potenciálú fémes anyagokat nem szabad elektromosan kapcsolni, de mechanikusan sem.

LÁSD A KÖVETKEZŐ DIAKOCKÁKAT ⇒



Mindig a negatívabb potenciálú fém korrodálódik

Katód, nem korrodál

Anód, korrodál

Katód, nem korrodál

Anód, korrodál

Forrás: Dr. Bajnóczy Gábor: Fémek korróziója

Néhány közismert fém normálpotenciál értéke (V, volt) a következő:

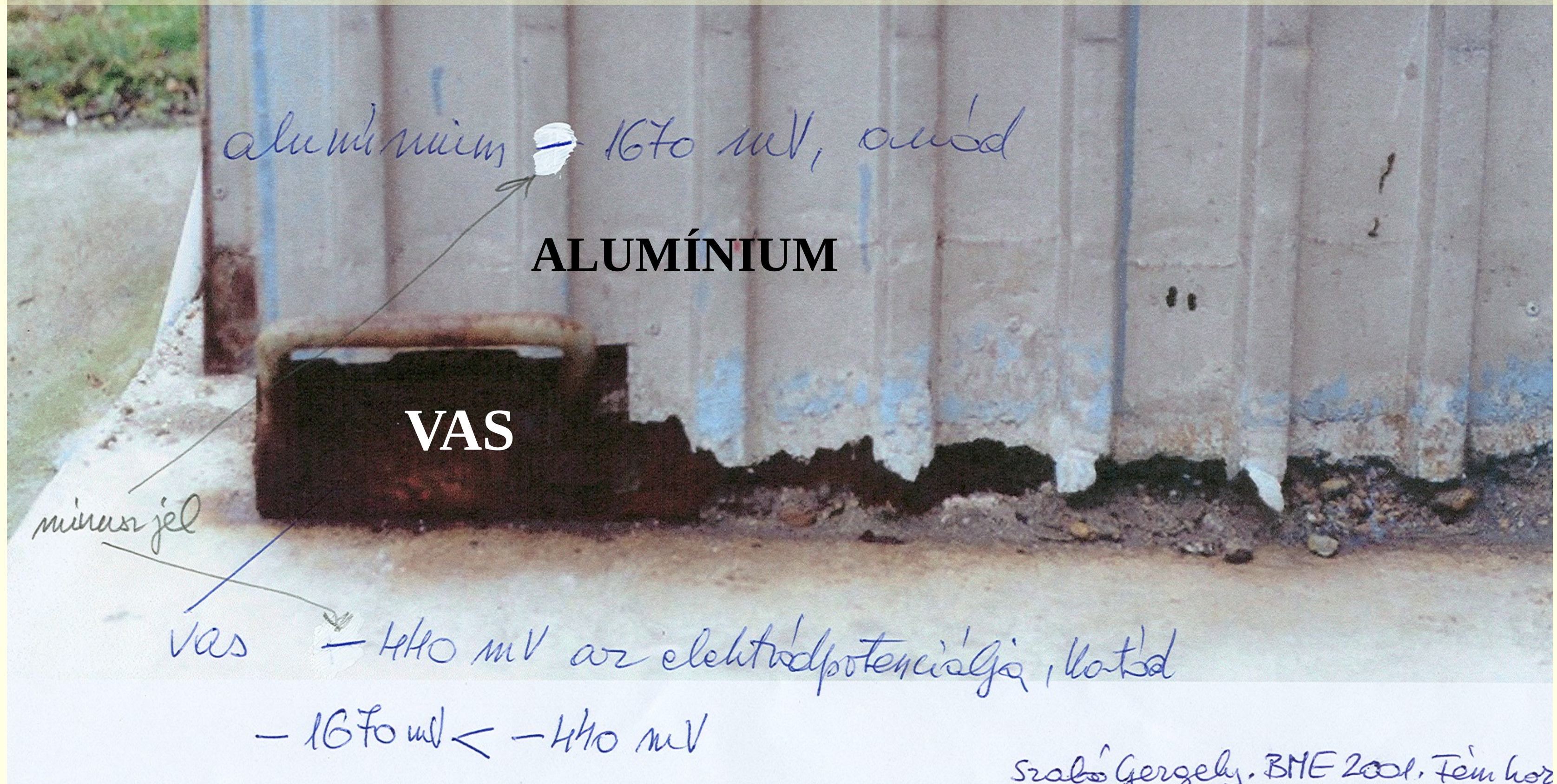
Kálium (K)	**- 2,94**
Magnézium (Mg)	**- 2,37**
Alumínium (Al)	**- 1,66**
Cink (Zn)	**- 0,76**
Vas (Fe)	**- 0,44**
Hidrogén (H)	***0,00***
Ón (Sn)	**+ 0,22**
Réz (Cu)	**+ 0,34**
Ezüst (Ag)	**+ 0,80**
Higany (Hg)	**+ 0,85**
Platina (Pt)	**+ 1,20**
Arany (Au)	**+ 1,50**

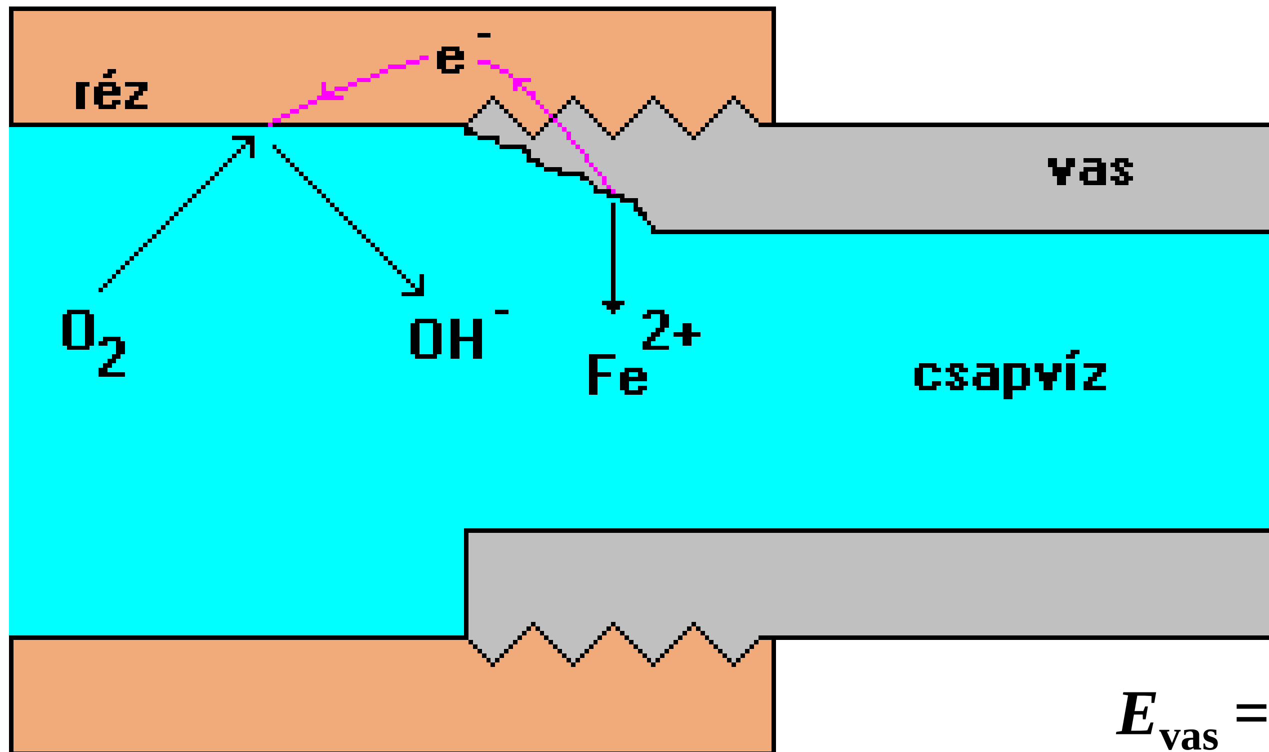
Negatív normálpotenciálú fémek savakban hidrogén fejlődéssel oldódnak.

Pozitív normálpotenciálú fémek savakban nem fejlesztenek hidrogént, és ezért nem oldódnak még erős savakban sem.

Bármely fémet a nála negatívabb normálpotenciálú elemmel kiválaszthatunk az oldatából.

Két fém érintkezésekor nedvesség és oxigén jelenlétében mindig a negatívabb potenciálú fém fog korrodálódni. Minél nagyobb a potenciál különbség, annál gyorsabb a korróziós folyamat. Összeépítendő fémek potenciál-különbsége minél kisebb legyen, és a negatívabb potenciálú (az anód szerepét tölti be) anyag felülete minél nagyobb legyen.





E_{vas} = - 0,44 V, anód

$E_{réz}$ = + 0,34 V, katód

katód $E_{réz}$ = +0,34 V > E_{vas} = -0,44 V, anód, ezért a vas korrodál

Forrás: Dr. Bajnóczy Gábor: Fémek korróziója

MSZ EN 13670:2010 E melléklet (tájékoztatás): Betonozási útmutató
A fő szakaszok számai a 8. Betonozás fejezet számait tükrözik

E8.2. A friss beton szállítása, átvétele és helyszíni szállítása

(1) Az átvételi ellenőrzésnek ajánlatos magába foglalnia a szállítólevél felülvizsgálatát az ürítés előtt.

(2) Az átvételi ellenőrzést a szállítólevél aláírásával ajánlatos dokumentálni, ahol ez helyénvaló.

(3) A betont ajánlatos ürítés alatt szemrevételezni. Az ürítést meg kell állítani, ha a megjelenése – a tapasztalatok alapján megítélve – rendellenes.

E8.3. Betonozás előtti műveletek

(1) A szerkezeti kapcsolatok legyenek tiszták, cementtejtől mentesek és párás állapotúvá nedvesítettek.

(2) A sablon legyen mentes törmelékektől, jégtől, hótól és pangó víztől.

(3) A szerkezeti elemeket szigetelni kell a talajtól legalább 50 mm-es homokréteggel, hacsak nincs megfelelően megnövelve a betonacél takarása.

(4) Fagyott talajra nem szabad betonozni, csak speciális eljárásokat követve.

(5) A szerkezeti kapcsolatok felületi hőmérséklete a betonozás időpontjában 0 ^{o}C felett legyen.

(6) A szerkezet helyén érvényes előírásoknak kell meghatároznia azt a környezeti hőmérsékletet, amely fölött óvintézkedéseket kell tervezni, hogy megvédjük a betont a káros hatásoktól.

E8.4. Elhelyezés és tömörítés

(1) Tömöríteni belső vibrálással kell, hacsak nem egyeznek meg másban.

(2) A betont úgy kell elhelyezni, hogy a lehető legközelebb legyen a végleges helyéhez. A vibrálást a beton tömörítésére és nem a beton hosszú távolságra való továbbítására kell használni.

(3) A merülő vibrátort vagy a felületi vibrátort következetesen kell alkalmazni az elhelyezést követően addig, amíg a befogott levegő kiűzése a betonból meg nem szűnik. A túlzott vibrálást, amely híg felületi réteget képez vagy szétosztályozódást okoz, el kell kerülni.

(4) Általában az elhelyezett betonréteg vastagsága kisebb legyen, mint a merülő vibrátor hossza. A vibrálás szisztematikus legyen és foglalja magába a korábbi réteg tetejének az újravibrálását.

(5) Ahol a szerkezetbe állandóan bennmaradó zsaluzat van beágyazva, akkor ennek energia elnyelését figyelembe kell venni, amikor a tömörítés módjáról és a beton konzisztenciájáról döntenek.

(6) Mély szakaszok esetén a felületi réteg újra vibrálása ajánlatos, hogy kompenzálják a vízszintes acélbetétek alatti plasztikus ülepedést.

(7) Ha csak felületi vibrátort alkalmaznak, a tömörítés utáni betonréteg vastagság normális körülmények között ne legyen 100 mm-nél nagyobb, hacsak a próbabetonozás során nem bizonyult megfelelőnek vastagabb réteg. Kiegészítő vibrálás a támaszok közelében kívánatos lehet, hogy egyforma tömörséget érjenek el.

(8) A betonfelület kialakítását lehúzó deszkával, vakolókanállal vagy motoros simítóval úgy kell elvégezni és olyan időben, hogy kialakuljon a tervezett felület.

(9) A felület befejező munkái nem eredményezhetnek cementtej képződést.

(10) Víz, cement, felület-keményítő vagy más anyagok nem adhatók a betonhoz a felület-befejező műveletek alatt, hacsak ezt nem írják elő vagy nem állapodnak meg ebben.

E8.5. Utókezelés és védelem

(1) Az építmény műszaki leírása kiegészítő követelményeket tartalmazhat:

- a betonozott rétegben keletkező legnagyobb hőmérséklet-különbségre;
- a betonozott réteg és a korábban betonozott réteg közötti legnagyobb hőmérséklet-különbségre vagy a korlátozás más formájára;
- az adalékanyag fajtájára;
- az építés alatti felügyeletre.

(2) A következő módszerek megfelelőek az utókezelésre külön-külön vagy egymás után alkalmazva:

- a zsaluzat meghagyása a helyén;
- a betonfelület letakarása vízzáró lemezekkel, amelyet a sarkokon és a kapcsolatoknál rögzítenek, hogy megakadályozzák a víz eltávozását;
- nedves takarás elhelyezése a felületen és ennek a takarásnak a megvédése a kiszáradás ellen;
- a betonfelület nedvesen tartása elegendő vízzel ahhoz, hogy látni is lehessen;
- megállapított alkalmasságú utókezelő vegyszer felhordása.

MEGJEGYZÉS: Amíg nem adnak ki európai szabványt az utókezelő vegyszerekre, az alkalmasságot az építés helyén érvényes előírásokra szabad alapozni.

Más, hasonló eredményességű utókezelési eljárások is alkalmazhatók.

(3) A felületi zóna tulajdonságainak a kialakulását a következő összefüggések egyikére lehet alapozni:

- Nyomószilárdság – érettség;
- Hőfejlődés – adiabatikus körülmények között képződött teljes hőmennyiség.

MSZ EN 13670:2010 E1. táblázat: Minimális utókezelési időtartam napokban az EN 206 szerinti X0 és XC1–től eltérő környezeti osztályok esetén (Ugyanezeket az értékeket tartalmazza: DIN 1045-3:2008 szabvány 2. táblázata)

A betonfelület hőmérséklete (t), °C	Minimális utókezelési időtartam, nap [1] [2]			
	A betonszilárdság kialakulása [4] $r = f_{cm2}/f_{cm28}$			
	$r \geq 0,50$ gyors	$r = 0,30$ közepes	$r = 0,15$ lassú	$r < 0,15$ nagyon lassú
$t \geq 25$	1,0	1,5	2,0	3,0
$25 > t \geq 15$	1,0	2,0	3,0	5,0
$15 > t \geq 10$	2,0	4,0	7,0	10,0
$10 > t \geq 5$ [3]	3,0	6,0	10,0	15,0

MEGJEGYZÉS:

[1] plusz 5 órát meghaladó bármekkora kötési időtartam

[2] lineáris interpoláció a sorokban lévő értékek között elfogadható

[3] 5 °C hőmérséklet alatt az időtartamot meg kell növelni az 5 °C alatti napokkal

[4] a szilárdság fejlődése a kezdeti vizsgálatokkal megállapított vagy az összehasonlítható összetételű betonok teljesítőképességéből ismert 2 napos és 28 napos átlagos nyomószilárdságnak az aránya (r).

(8) Ahol nemzeti szabványok vagy az építés helyszínén érvényes előírások előírják, ott a koptatásnak vagy más szigorú környezeti körülménynek alávetett betonfelültekre az utókezelési időtartamot növelni kell, hogy el lehessen érni az előírt nagyobb szilárdságarányt.

MSZ 4798:2016 szabvány 7.2 szakasza (A beton gyártójának tájékoztatása a felhasználó részére)

(2) Az utókezelés időtartamának a meghatározásához a beton szilárdulási üteméről tájékoztatást adható a 16. táblázat megnevezéseivel, vagy a 2 és 28 nap közötti, 20 °C hőmérsékleten érvényes szilárdulási görbével. *Lásd a NAD Q3. táblázatot*.

MSZ 4798:2016 szabvány

16. táblázat: A beton szilárdságának alakulása 20 °C-on

A szilárdulási ütem	Szilárdság arány $r = f_{cm,2}/f_{cm,28}$
Gyors	≥ 0,5
Közepes	≥ 0,3-tól < 0,5-ig
Lassú	≥ 0,15-től < 0,3-ig
Nagyon lassú	< 0,15

MSZ 4798:2016 szabvány 7.2 szakasza (A beton gyártójának tájékoztatása a felhasználó részére)

(3) A szilárdulási ütemet jellemző szilárdság arány a 2 napos átlagos nyomószilárdságnak ($f_{cm,2}$) a 28 napos átlagos nyomószilárdsághoz ($f_{cm,28}$) viszonyított értéke, amelyet kezdeti vizsgálatokkal, vagy ismert tulajdonságú beton összehasonlításra alkalmas összetétele alapján határoznak meg.

Ezekhez a típusvizsgálatokhoz szilárd beton vizsgálati próbatesteket

- **az MSZ EN 12350-1:2009 „A friss beton vizsgálata. 1. rész: Mintavétel”**
- **az MSZ EN 12390-1:2013 „A megszilárdult beton vizsgálata. 1. rész: A próbatestek és sablonok alak-, méret- és egyéb követelményei”**
- **az MSZ EN 12390-2:2009 „A megszilárdult beton vizsgálata. 2. rész: Szilárdságvizsgálati próbatestek készítése és tárolása”**
- **az MSZ EN 12390-3:2009 „A megszilárdult beton vizsgálata.**
- **3. rész: A próbatestek nyomószilárdsága”**

szabványnak megfelelően kell készíteni, utókezelni és megvizsgálni.

MSZ 4798:2016 szabvány *NAD Q3. táblázat:* Utókezelés *megkövetelt ideje az a beton szilárdulásának sebessége függvényében*

A beton szilárdulásának sebessége	Gyors	Közepes	Lassú	Nagyon lassú
A beton 2 és 28 napos átlagos nyomószilárdságának viszonya (szilárdulási sebesség): $f_{cm,2}/f_{cm,28}$	≥ 0,5	0,3 ≤ < 0,5	0,15 ≤ < 0,3	< 0,15
Környezeti osztály	Utókezelés megkövetelt ideje			
XN(H), X0v(H), X0b(H)	12 óra	12 óra	24 óra	2 nap
XC1, XC2, XC3, XF1, XV1(H), XA1, XA4(H), XK1(H)	2 nap	3 nap	4 nap	7 nap
Összes többi környezeti osztály	3 nap	7 nap	10 nap	14 nap

1. MEGJEGYZÉS: A táblázatban található megkövetelt utókezelési időket akkor kell alkalmazni, ha a napi közepes levegőhőmérséklet nagyobb, mint +12 °C. Azokat a napokat, amelyeken a napi közepes levegőhőmérséklet +5 °C és +12 °C közé esik, csak 0,7-es szorzóval szabad, azokat pedig, amelyeken a napi közepes levegőhőmérséklet 0 °C és +5 °C közé esik, csak 0,3-es szorzóval szabad számításba venni.

2. MEGJEGYZÉS: Nagyszilárdságú betonok (≥ C55/67) esetén az utókezelés ideje mindig 10 nap.

Ha koptató igénybevétel mellett oldásos korrózió is fennáll, akkor hosszú idejű utókezelés szükséges és a beton 90 napos korig nem terhelhető.

MSZ EN 13670:2010 szabvány E melléklet (tájékoztatás): Betonozási útmutató

E8.5. Utókezelés és védelem

(5) Ha a hőfejlődést alkalmazzuk a betontulajdonságok kialakulásának a mérésére, akkor az ebben a szabványban megadott szilárdság-aránynak megfelelő hőfejlődési arányt a nemzeti szabványosító testületnek ajánlatos megállapítania.

(6) A betontulajdonságok fejlődésének a részletes becslését a következő módszerek egyikére lehet alapozni:

- **a felület alatt legfeljebb 10 mm mélységben mért hőmérséklet alapján végzett érettség-számítás;**
- **a napi átlagos hőmérsékletre alapozott érettség-számítás;**
- **hőmérséklethez illesztett érlelés;**
- **megállapított alkalmasságú más módszerek.**

(7) Az érettség számítását a felhasznált cementfajtára vagy cement-kiegészítő anyag kombinációra igazolt, megfelelő érettség-függvényre kell alapozni.

MSZ EN 13670:2010 szabvány E melléklet (tájékoztatás): Betonozási útmutató

E8.5. Utókezelés és védelem

(9) Az utókezelő adalékszerek behatolhatnak a felületbe és ezeket nagyon nehéz eltüntetni, ezért általában homokfúvásra vagy nagynyomású vízsugárra van szükség, ha ezeket el kell távolítani.

(10) A színehagyó festéket tartalmazó utókezelő vegyszer használata az egyszerű alkalmazást igazolja.

(11) Az utókezelés alatti magas betonhőmérséklet lehetséges kedvezőtlen hatásai a következők lehetnek:

- a szilárdság lényeges csökkenése;
- a porozitás lényeges növekedése;
- késleltetett ettringit képződés;
- a frissen öntött és a korábban öntött érintkező elemek közötti hőmérséklet-különbség növekedése.

MSZ EN 13670:2010 szabvány E melléklet (tájékoztatás): Betonozási útmutató

E8.7. Speciális kivitelezési módszerek

(1) A speciális kivitelezési módszereket le kell írni és dokumentálni kell vagy a módszer-leírásban, vagy a munkaeljárás-ismertetőben vagy a munkautasításban.

(2) A csúszózsaluzat alkalmazását szakértőnek kell ellenőriznie. Különös gondot kell fordítani a csúszás mértékére, figyelembe véve a beton tényleges merevedési idejét.

MSZ EN 13670:2010 11. Felülvizsgálat

11.1. Felülvizsgálati osztályok

(1) Felülvizsgálatnak és ellenőrzésnek kell gondoskodnia arról, hogy a műtárgyat ennek a szabványnak és az építmény műszaki leírása feltételeinek megfelelően fejezzék be.

(2) Ebben a tekintetben az ellenőrzés a termék és az alkalmazandó anyagok tulajdonságai megfelelőségének a bizonyítására vonatkozik, valamint a műtárgy kivitelezésének az ellenőrzésére.

(3) A felülvizsgálati követelményeket a következő 3 osztályt felhasználva kell előírni:

1. felülvizsgálati osztály,
2. felülvizsgálati osztály,
3. felülvizsgálati osztály.

MEGJEGYZÉS: A felülvizsgálati osztály a befejezett szerkezetre, a szerkezet alkotórészire vagy a kivitelezéshez használt bizonyos anyagokra/technológiákra vonatkozhat. A G tájékoztató melléklet ad útmutatást a felülvizsgálat kiválasztásához.

MEGJEGYZÉS: A három felülvizsgálati osztály választási lehetőséget ad az alkotórész/szerkezet fontosságán és a kivitelezés feladatbetöltő képességének kritikus voltán alapuló szükséges felülvizsgálat előírásához.

(4) Az alkalmazandó felülvizsgálati osztályt meg kell adni az építmény műszaki leírásában.

MSZ EN 13670:2010

1.táblázat: Felülvizsgálati követelmények anyagokra és termékekre

Alkalmazási terület	1. felülvizsgálati osztály	2. felülvizsgálati osztály	3. felülvizsgálati osztály
Zsaluzati anyagok	Szemrevételezés	Az építmény műszaki leírásának megfelelően [3)]	
Acélbetétek	Az EN 10080-nak és az építés helyén érvényes előírásoknak megfelelően, lásd 11.5.1.(1) [3)]		
Feszítő acél	Nem alkalmazható	Az EN 10138-nak vagy az építés helyén érvényes előírásoknak megfelelően [3)]	
Friss beton; [1)] transzportbeton vagy helyszíni beton	Az EN 206 szabványnak vagy az építmény műszaki leírásának megfelelően. A beton fogadásakor meg kell, hogy legyen a szállítólevél [3)] Értelemszerűen feleljen meg az MSZ 4798:2016 szabványnak		
Más tételek [2)]	Az építmény műszaki leírásának megfelelően [3)]		
előregyártott elemek	A 11.8.2. szakasszal összhangban [3)]		
Felülvizsgálati jegyzőkönyv	Nincs előírva	Elő van írva	

[1)] A helyszínen készített alkotórészeket úgy tekintik, mint „friss betonból, transzportbetonból vagy helyszínen kevert betonból" készített alkotórészeket, hacsak azokat nem a termékszabványoknak megfelelően gyártották

[2)] Például olyan tételek, mint a beágyazott acél alkotórészek, stb.

[3)] A CE-jelölésű termékeket vagy harmadik fél által tanúsított termékeket a szállítólevélhez mérten kell felülvizsgálni, és szemre kell vételezni. Kétség esetén további felülvizsgálatot kell végezni azt ellenőrizve, hogy a termék megfelel-e az előírásának. Egyéb termékeket az építmény műszaki leírása szerinti felülvizsgálatnak és az átvételi vizsgálatnak kell alávetni.

MSZ EN 13670:2010

2. táblázat: A kivitelezés felülvizsgálati köre

Alkalmazási terület	1. felülvizsgálati osztály	2. felülvizsgálati osztály	3. felülvizsgálati osztály
Dúcolás, zsaluzat, állványzat,	Szemrevételezés	Betonozás előtt a fontosabb állványzatot és zsaluzatot ellenőrizni kell, lásd a 11.4. szakaszt	Betonozás előtt minden állványzatot és zsaluzatot ellenőrizni kell
Normál vasalás	Szemrevételezés és véletlenszerű mérések	Betonozás előtt a fontosabb vasalást ellenőrizni kell, lásd a 11.5.1.(2) bekezdést és a 11.2.2. szakaszt	Betonozás előtt minden vasalást ellenőrizni kell, lásd a 11.5.1.(2) bekezdést és a 11.5.2. szakaszt
Előfeszítő feszítőbetétek	Nem alkalmazható	Betonozás előtt az előfeszítő betétes alkotórészeket ellenőrizni kell, lásd a 11.6.2. és 11.6.3. szakaszt	
Beágyazott egységek	Szemrevételezés	Az építmény műszaki leírásának megfelelően	
előregyártott elemek szerelése	A szerelési utasításnak megfelelően		
A beton helyszíni szállítása és elhelyezése	A 11.7. szakasz szerint		
A beton befejezése és utókezelése	Nincs	A 11.7. szakasz szerint	
A feszített vasalás feszítése és injektálása	Nem alkalmazható	A 11.6.3. és a 11.6.4. szakasz szerint	
Beépítési geometria	Nincs követelmény	Az építmény műszaki leírása szerint	
A felülvizsgálat dokumentálása	Nincs követelmény	Ezen szabvány előírásai szerint	

MSZ EN 13670:2010

11.4. Az állványzat és a zsaluzat felülvizsgálata

11.4.1. Betonozás előtti felülvizsgálat

(1) Mielőtt az öntés művelete elkezdődik a megfelelő felülvizsgálati osztály szerinti felülvizsgálatoknak ki kell terjedniük:

- **a zsaluzat geometriájára,**
- **az állványzat, a zsaluzat és az alapozásuk stabilitására,**
- **a zsaluzat és részei tömörségére,**
- **a szennyeződés eltávolítására (mint pl. por, hó és/vagy jég, valamint kötöződrót darabok) az öntési szakaszból,**
- **a szerkezeti kapcsolatok felületeinek a kezelésére,**
- **a víz eltávolítására a zsaluzat aljából, kivéve, ahol speciális víz alatti betonozás van előírva vagy ahol a víz keveredés nélkül kiszorul,**
- **a zsaluzat felületeinek az előkészítésére,**
- **a nyílásokra és a doboz-kivágásokra.**

11.4.2. Betonozás utáni felülvizsgálat

(1) A beton szilárdságának a megfelelőségét meg kell becsülni az állványzat vagy a zsaluzat eltávolítása előtt.

(2) A szerkezetet ellenőrizni kell, hogy megbizonyosodjunk az ideiglenes betétek eltávolításáról.

MSZ EN 13670:2010

11.5 A vasalás felülvizsgálata

11.5.1. Felülvizsgálat a betonozás előtt

(1) Az öntési művelet elkezdése előtt a megfelelő felülvizsgálati osztály szerint kell a felülvizsgálatot végezni, hogy megbizonyosodjunk

- **a terven kimutatott vasalás a helyén van az előírt távolságokban,**
- **a betontakarás (betonfedés) megfelel az előírásoknak,**
- **a vasalás nincs szennyezve olajjal, zsírral, festékkel vagy káros anyagokkal,**
- **a vasalás megfelelően van kötözve, és az elmozdulás ellen biztosítva a betonozás alatt,**
- **az acélbetétek közötti távolság elegendő a beton beöntéséhez és tömörítéséhez.**

11.5.2. Felülvizsgálat a betonozás után

(1) A szerkezeti kapcsolatokat ellenőrizni kell, hogy a tüskék megfelelő helyen vannak-e.

MSZ EN 13670:2010

11.6. A feszítés felülvizsgálata

11.6.1. Felülvizsgálat az azonosításhoz

(1) Az anyagok azonosságát igazolni kell és ellenőrizni az előírásoknak való megfelelőségre.

11.6.2. Felülvizsgálat a betonozás előtt

(1) Mielőtt az öntési művelet elkezdődik, felül kell vizsgálni

- **a feszítőbetétek, feszítőhüvelyek, nyílások, csatornák, lehorgonyzások és kapcsolóelemek helyzetét az építmény műszaki leírása alapján, beleértve a betontakarást (betonfedést) és a feszítőbetétek távolságát,**
- **a feszítőbetétek és a feszítőhüvelyek rögzítését, beleértve a felhajlító erővel szembeni ellenállás érdekében tett intézkedéseket és alátámasztásaik stabilitását,**
- **sértetlenek-e a feszítőhüvelyek, nyílások, lehorgonyzások, kapcsolatok és ezek szigetelése,**
- **nincsenek-e korrodálva a feszítőbetétek, lehorgonyzások és/vagy kapcsolatok, a feszítőhüvelyek, lehorgonyzások és kapcsolatok tisztaságát.**

11.6.3. Felülvizsgálat a feszítés előtt

(1) Gondoskodni kell arról, hogy a helyszínen a dokumentumok és az eszközök rendelkezésre álljanak a feszítési programnak megfelelően.

(2) A feszítés vagy a feszítőerő-ráengedés előtt ellenőrizni kell a beton szilárdságát, hogy elérte-e az előírt értéket.

(3) Ellenőrizni kell a hidraulikus munkahenger kalibráltságát.

(4) Ha a hőmérséklet alacsony, ellenőrizni kell a 7.6.3.-nak való megfelelőséget.

11.6.4. Injektálás előtti felülvizsgálat

(1) Az injektálás elkezdése előtt felül kell vizsgálni:

az elkészítési vizsgálatokat, hogy az injektálóhabarcs megfelel-e az EN 447:1996-nak,

- nyitva vannak-e a csatornák teljes hosszukban az injektálásra és mentesek-e a káros anyagoktól, pl. víztől, jégtől,

- a nyílások elkészítését és azonosítását,

. a művelet berendezéseit,

- az anyagok adagolását és azt, hogy elegendő-e a mennyiségük a túlfolyáshoz,

a mértékadó csatornában végzett bármely próbainjektálás eredményeit.

(2) Az injektálás alatt a felülvizsgálat terjedjen ki

- a friss injektálóhabarcs vizsgálatának megfelelőségére (folyékonyság, szétosztályozódás), lásd EN az 447:1996-ot;

- az eszközök és az injektálóhabarcs jellemzőire;

- az injektálás alatti tényleges nyomásokra;

- befúvó és mosó műveletek rendjére;

- a csatornák tisztántartására hozott intézkedésekre;

- az injektálási műveletek sorrendjére;

- a véletlen események vagy a káros klimatikus feltételek esetén tett intézkedésekre;

- bármilyen újra-injektálás helyére és részleteire.

MSZ EN 13670:2010

11.7. A betonozási műveletek felülvizsgálata

(1) A betonozási műveletek felülvizsgálatát és vizsgálatát a felülvizsgálati osztálynak megfelelően kell megtervezni, kivitelezni és dokumentálni, lásd a 3. táblázatot. ⇒

(2) Az alap-felülvizsgálat a megfelelőség és a szokásos helyes gyakorlat folyamatos felülvizsgálata.

MSZ EN 13670:2010

3.táblázat: Követelmények a tervezésre, a felülvizsgálatra és a dokumentációkra

Alkalmazási terület	1. felülvizsgálati osztály	2. felülvizsgálati osztály	3. felülvizsgálati osztály
Felülvizsgálati terv		Felülvizsgálati terv, eljárások és utasítások az előírás szerint Intézkedések a nem-megfelelőség esetére	Felülvizsgálati terv, eljárások és utasítások az előírás szerint Intézkedések a nem-megfelelőség esetére
Felülvizsgálat	Alap-felülvizsgálat	Alap és véletlenszerű részletes felülvizsgálat	Minden egyes öntés részletes felülvizsgálata
Dokumentáció	Feljegyzés minden szokatlan eseményről. Jegyzőkönyv minden nemmegfelelőségről és a helyesbítő intézkedésekről	Valamennyi tervezési dokumentum. Feljegyzés minden egyes felülvizsgálatról. Jegyzőkönyv minden nemmegfelelőségről és a helyesbítő intézkedésekről.	Valamennyi tervezési dokumentum. Feljegyzés minden egyes felülvizsgálatról. Jegyzőkönyv minden nemmegfelelőségről és a helyesbítő intézkedésekről.

MSZ EN 13670:2010

11.8. előregyártott beton elemek felülvizsgálata

11.8.1. Általános előírások

(1) Elhelyezésük előtt a megfelelő helyszíni feltételek meglétét igazolni kell kezdeti felülvizsgálattal.

MEGJEGYZÉS: A kezdeti helyszíni felülvizsgálatra ajánlásokat ad a G melléklet G11.8.1. szakasza.

11.8.2. Átvételi ellenőrzések

(1) A kirakodás előtt az előregyártott elemeket kezdeti ellenőrzésként szemrevételezni kell.

(2) A szállítás után a lehető leghamarabb az előregyártott elemek átvételi ellenőrzését végre kell hajtani.

MEGJEGYZÉS: A felülvizsgálatra útmutatást ad a G melléklet G11.8. szakasza.

11.9. Intézkedés nemmegfelelőség esetén

(1) Amikor a felülvizsgálat nemmegfelelőséget mutat ki, akkor megfelelő intézkedéseket kell hozni annak érdekében, hogy a szerkezet megfelelő maradjon a tervezett célra.

MEGJEGYZÉS: További útmutatás található a G11.9.-ben.

A beépített beton nyomószilárdságának meghatározása

Lásd még:

***Kausay Tibor*: „Beton. A betonszabvány néhány fejezetének értelmezése” című könyv (Mérnöki Kamara Nonprofit Kft. Budapest, 2013.) 12.5. fejezete.**

$$C25/30 \Rightarrow C\, f_{ck,cyl} / f_{ck,cube}$$

$f_{ck,cyl}$ a 28 napos korú, sablonban készített, végig víz alatt tárolt Ø150×300 mm méretű próbahengerek nyomószilárdságának előírt jellemző (karakterisztikus) értéke, N/mm²

$f_{ck,cube}$ a 28 napos korú, sablonban készített, végig víz alatt tárolt 150 mm élhosszúságú próbakockák nyomószilárdságának előírt jellemző (karakterisztikus) értéke, N/mm²

A nyomószilárdsági osztály – és a nyomószilárdság előírt karakterisztikus (jellemző) értéke is – a még be nem épített betonból vett, sablonban készített, általában 28 napos, esetleg előzetes írásbeli megállapodás (az építmény megvalósítási szerződésében, a betontechnológiai utasításban, és a beton szállítólevelén) esetén 42 napos (pl. útépítési beton) vagy 56 napos korú (pl. tömegbeton) esetleg legfeljebb 90 napos korú (pl. nagyon lassú szilárdulású beton), végig víz alatt tárolt próbatesten mért nyomószilárdságra vonatkozik.

Ha a nyomószilárdsági osztállyal a 28 napostól eltérő korú beton nyomószilárdságát jellemzik, akkor ezt a beton jelében is fel kell tüntetni.

Ebből az is következik, hogy

- **a 28 napos – esetleg ritkán legfeljebb 90 napos – kor után a megépült szerkezetből kifúrt magminták segítségével, vagy roncsolásmentes nyomószilárdság vizsgálatok eredményeiből**
  - **a) a beton nyomószilárdsági osztálya nem határozható meg,**
  - **b) és csak az adott korú beton $f_{ck,is,cyl\ Ø150×300,test}$ jellemző (karakterisztikus) értékét szabad kiszámítani, mert**
- **a 28 naposnál - esetleg ritkán legfeljebb 90 naposnál – idősebb betonnak nincs nyomószilárdsági osztálya.**

Ez célra is vezet, mert a 28 (esetleg ritkán legfeljebb 90) naposnál idősebb szerkezet teherhordóképességét az építménybe beépített beton adott korú nyomószilárdságának jellemző értéke ($f_{ck,is,cyl\ Ø150×300,test}$), alapján, a beton nyomószilárdság teherbírási tervezési értékéből ($f_{cd,cyl\ Ø150×300,test} = (\alpha_{CC}/\gamma_{C,red4})×f_{ck,is,cyl\ Ø150×300,test}$), azt az igénybevételből a betonban ébredő nyomófeszültséggel (σ_{cu}) való összevetéssel ($f_{cd\ Ø150×300,test} \geq \sigma_{cu}$) – a nyomószilárdsági osztály meghatározása nélkül – meg lehet ítélni.

A beton nyomószilárdsági osztályának előírása során két különböző úton kapott, egyidejűleg teljesítendő nyomószilárdsági osztályból kell kiindulni.

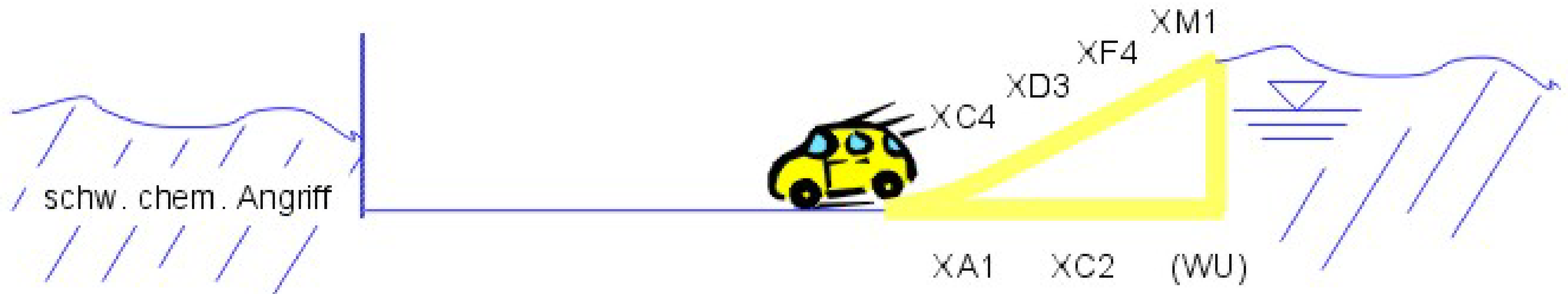
Az erőtani számításból a teherbírás megkövetelte nyomószilárdsági osztály, a „társított” környezeti osztályok feltételéből a tartósság megkövetelte nyomószilárdsági osztály adódik.

A beton nyomószilárdsági osztálya az erőtani számításból kapott nyomószilárdsági osztály és a környezeti osztály egyik feltételét képező nyomószilárdsági osztály összevetésével határozható meg.

MSZ 4798:2016 szabvány 5.3.2. szakasza „Határértékek a betonösszetételre” szerint:

(5) E szabvány szerint az erőtani számítás szerinti szükséges nyomószilárdsági osztály és a környezeti feltételek szerinti szükséges legkisebb nyomószilárdsági osztály közül általában a nagyobb nyomószilárdsági osztályt kell mértékadónak tekinteni.

A betont egyszerre több féle környezeti hatás is érheti, ebben az esetben egyidejűleg több féle környezeti osztályba kell sorolni, és a beton nyomószilárdsága valamennyi rá vonatkozó környezeti osztályban előírt nyomószilárdság osztálynak meg kell feleljen.



MSZ 4798:2016 szabvány 5.3.2. szakasza „Határértékek a betonösszetételre”

(4) Környezeti osztályok kombinációja esetén mindig a legszigorúbb követelmény érvényes.

Az F melléklet szerint *olyan betont kell tervezni és készíteni, amelynek összetétele és tulajdonságai a szóban forgó, „társított” környezeti osztályok mindegyikének követelményét kielégíti*.

Környezeti osztály	*Beton nyomó-szilárd-sági osztálya, legalább*	*Beton cement-tartalma, legalább, kg/m³*	*Beton víz-cement tényezője, legfeljebb*	*Friss beton átlagos összes levegő-tartalma, térfogat%*
XC4 – XF1 – XA2 – XV1(H) környezeti osztályú vasbeton támfal betonja				
XC4	*C30/37*	*300*	*0,50*	*A nyomó-szilárdsági osztály és a konzisztencia függvénye*
XF1	*C30/37*	*300*	*0,55*	
XA2	*C30/37*	*320*	*0,50*	
XV1(H)	*C25/30*	*300*	*0,55*	
XC4 – XF1 – XA2 – XV1(H)	*C30/37*	*320*	*0,50*	

Hilsdof és *Schnell* et al. féle henger-kocka nyomószilárdság átszámítási képletek, **ha ≤ C50/60**

Nyomószilárdsági osztály ≤ C50/60

VEGYESEN | VÍZ ALATT

KOCKA | HENGER

TÁROLT | TÁROLT

150

csiszolt

Ø150×300

$$0{,}92 \times f_{ci,cube,H} = f_{ci,cube}$$

$$f_{ci,cyl,H} = 0{,}78 \times f_{ci,cube,H}$$

$$0{,}75 \times f_{ci,cube,H} = f_{ci,cyl}$$

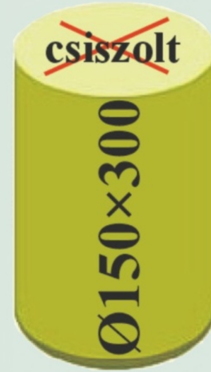
$$1{,}18 \times f_{ci,cyl,H} = f_{ci,cube}$$

$$f_{ci,cyl} = 0{,}82 \times f_{ci,cube}$$

$$0{,}97 \times f_{ci,cyl,H} = f_{ci,cyl}$$

Hilsdof és *Schnell* et al. féle henger-kocka nyomószilárdság átszámítási képletek, **ha ≥ C55/67**

Nyomószilárdsági osztály ≥ C55/67

	VEGYESEN	VÍZ ALATT
KOCKA		
HENGER		
	TÁROLT	TÁROLT

$$0{,}95\times f_{ci,cube,H} = f_{ci,cube}$$

$$0{,}80\times f_{ci,cube,H} = f_{ci,cyl}$$

$$f_{ci,cyl} = 0{,}84\times f_{ci,cube}$$

A nyomószilárdságot az MSZ EN 12390-3 szerint kell meghatározni, azzal a kiegészítéssel, hogy azoknak a próbatesteknek a teherviselésre szánt felületét, amelyek mérete vagy alakja az MSZ EN 12390-1 előírásainak, illetve az MSZ EN 12390-3 szabvány B melléklete előírásainak megfelel, az MSZ EN 12390-3 szabvány 5. fejezete, illetve A melléklete szerint kiigazítani indokolatlan (értelmezésem szerint nem szabad!).

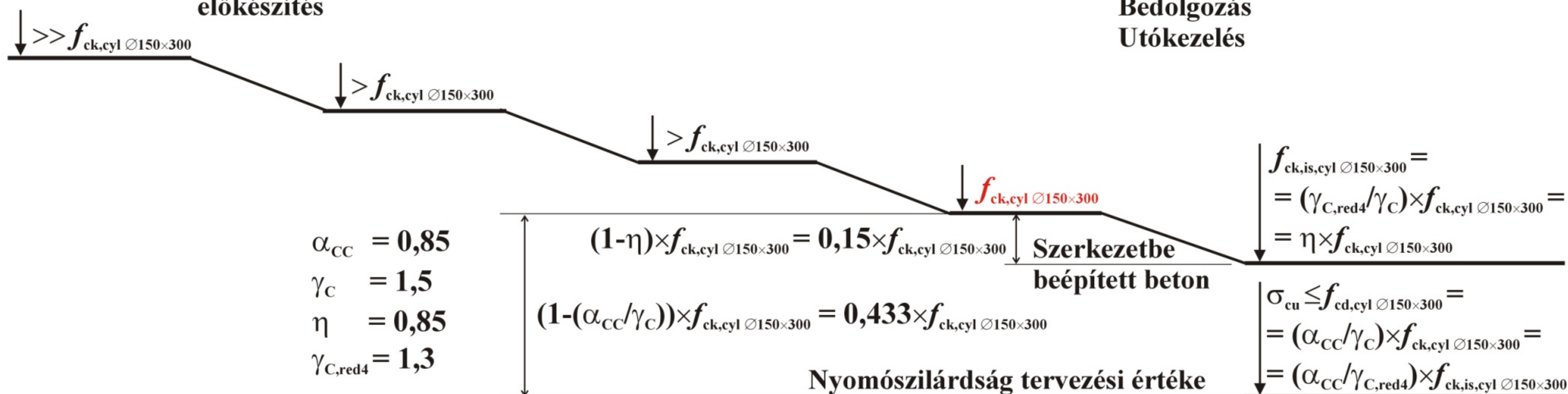
Az MSZ EN 12390-1 előírásainak, illetve az MSZ EN 12390-3 szabvány B melléklete előírásainak meg nem felelő méretű vagy alakú próbatestek csiszolással történő kiigazítása az MSZ 4798:2016 szabvány szerint nem javasolt (nem szabad!), mert a korrekciós tényezőnek jelenleg nincs közmegegyezéssel elfogadott értéke.

Az MSZ EN 12390-3 szabvány 5.2. szakasz első mondata úgy értelmezendő, hogy a nyomószilárdság vizsgálati próbatestek méretét az MSZ EN 12390-3 szabvány B melléklete szerint meg kell vizsgálni, és ha a próbatest mérete az MSZ EN 12390-1 szerinti méretekre előírt mérettűréseken kívül esik, akkor a próbatestet nyomószilárdság vizsgálat előtt vagy kalcium-aluminát cementhabarccsal vagy kénkeverékkel vagy homokdoboz módszerrel ki kell igazítani, vagy a nyomószilárdság vizsgálatból ki kell hagyni.

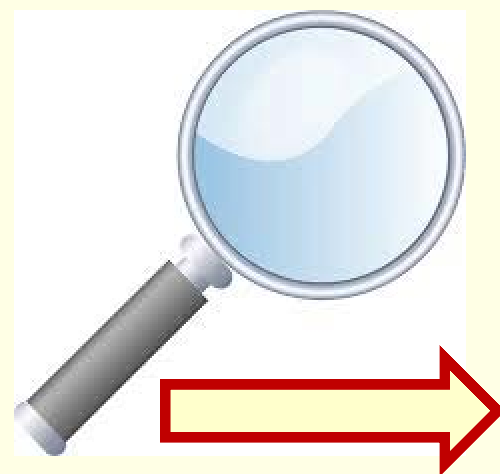
Simított Csiszolt

Nyomott felület kialakítása	Felső lap simított (habarcsolva)	Felső lap csiszolt, alsó lapja natúr	Mind a két lap csiszolt
Végig víz alatt tárolt Φ150·300 mm méretű próbahengerek	Töréskor nem robbantak	Töréskor robbantak	Töréskor robbantak
Átlagos nyomószilárdság, N/mm^2	42,8	51,4	52,7
Nyomószilárdság, %	100,0	120,0	123,1
Szórás, N/mm^2	1,68	0,67	1,64
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00
Student-tényező, n = 3	2,92	2,92	2,92
Jellemző érték, N/mm^2	34,06	42,63	43,94
Nyomószilárdsági osztály	C30/37	C40/50	C40/50
Szórás a terjedelemből. N/mm^2	1,95	0,71	1,89
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00

A csiszolt Ø150×300 mm méretű próbahenger nyomószilárdságának jellemző értéke akár meg is haladhatja a 150 mm élhosszúságú próbakocka nyomószilárdságának jellemző értékét.



Beton útja a típusvizsgálattól (próbakeveréstől) a szerkezetbe építésig (igénybevételig), avagy a beton előírt jellemző (karakterisztikus) értékének ($f_{ck,cyl\ Ø150\times300}$) változása a típusvizsgálat (próbakeverés) és a szerkezetbe építés (igénybevétel) között az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) és MSZ 4798:2016 szabvány szerint



Folyamatos gyártás

Átadás-átvétel

Igénybevétel

Gyártás

Szállítás

Elhelyezés
Bedolgozás
Utókezelés

$\alpha_{CC} = 0{,}85$
$\gamma_C = 1{,}5$
$\eta = 0{,}85$
$\gamma_{C,red4} = 1{,}3$

$> f_{ck,cyl\ \varnothing 150\times 300}$

$f_{ck,cyl\ \varnothing 150\times 300}$

$f_{ck,is,cyl\ \varnothing 150\times 300} = (\gamma_{C,red4}/\gamma_C)\times f_{ck,cyl\ \varnothing 150\times 300} = \eta\times f_{ck,cyl\ \varnothing 150\times 300}$

$(1-\eta)\times f_{ck,cyl\ \varnothing 150\times 300} = 0{,}15\times f_{ck,cyl\ \varnothing 150\times 300}$

Szerkezetbe beépített beton

$(1-(\alpha_{CC}/\gamma_C))\times f_{ck,cyl\ \varnothing 150\times 300} = 0{,}433\times f_{ck,cyl\ \varnothing 150\times 300}$

$\sigma_{cu} \leq f_{cd,cyl\ \varnothing 150\times 300} = (\alpha_{CC}/\gamma_C)\times f_{ck,cyl\ \varnothing 150\times 300} = (\alpha_{CC}/\gamma_{C,red4})\times f_{ck,is,cyl\ \varnothing 150\times 300}$

Nyomószilárdság tervezési értéke

A beton nyomószilárdságának előírt jellemző (karakterisztikus) értéke az átadás-átvétel során ($f_{ck,cyl\ Ø150\times300}$) és a szerkezetben ($f_{ck,is,cyl\ Ø150\times300}$) az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) és MSZ 4798:2016 szabvány szerint

α_{CC} = a beton σ_{cu3} nyomófeszültségének a tartós szilárdság figyelembevételére szolgáló osztója, 100 év tervezési élettartamú szerkezetek esetén

γ_C = a beton σ_{cu3} nyomófeszültségének biztonsági (parciális) tényezője

Az építmény, és annak részét képező előregyártott elem betonja nyomószilárdságának – mind közvetlen, mind közvetett vizsgálat alapján történő – értékelése körülményes feladat, mert a szabvány előírások és irodalmi megállapítások nem egységesek, helyenként ellentmondásosak.

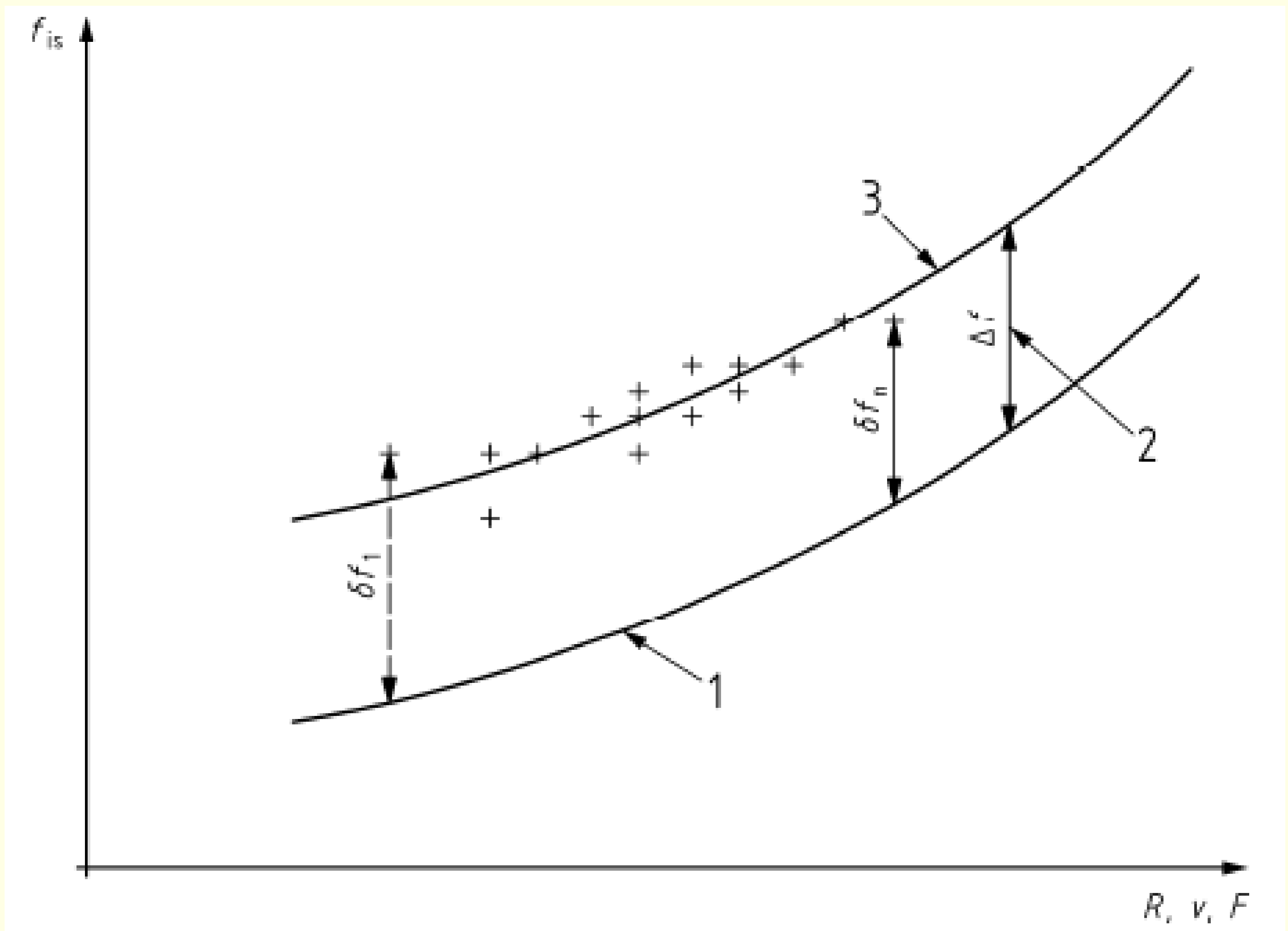
Az MSZ EN 13791:2007 szabvány 8. fejezetében a következő értékelési módszereket ismertetik:

– Az értékelés „1. lehetősége" közvetett vizsgálattal (MSZ EN 13791:2007 szabvány 8.2. szakasza) akkor alkalmazható, ha *legalább 18 vizsgálati értékpár alapján* regresszió számítással közelítő összefüggést írunk fel a magminta nyomószilárdsága (MSZ EN 12504-1:2009) és valamely közvetett vizsgálat eredménye – visszapattanási érték (MSZ EN 12504-2:2013), kihúzóerő (MSZ EN 12504-3:2005), ultrahang terjedési sebesség (MSZ EN 12504-4:2005) – között.

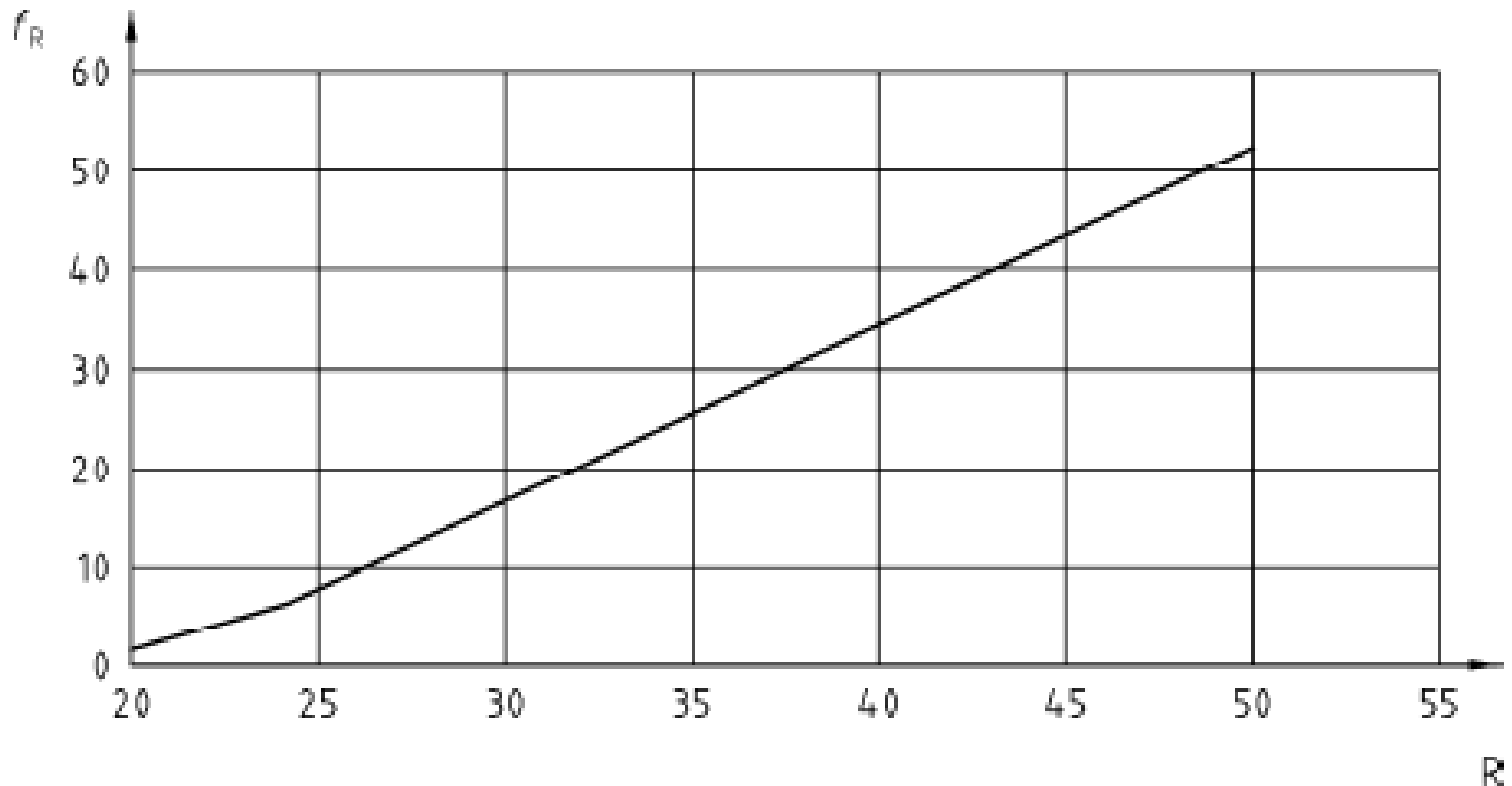
Az értékpár független és függő változója egy azon vizsgálati hely vizsgálati eredménye, tehát a roncsolásmentes vizsgálatot az építményen és nem a kifúrt próbahengeren kell végezni.

– Az értékelés „2. lehetősége” közvetett vizsgálattal (MSZ EN 13791:2007 szabvány 8.3. szakasza) akkor alkalmazható, ha *legalább 9 vizsgálati értékpár alapján* minden értékpárra meghatározzuk a közvetett vizsgálat eredményéhez tartozó magmintaszilárdság (f_{is}) és a szabvány 8.3.3. szakasza, illetve a 2. vagy a 3. vagy a 4. ábrája szerinti – vagy más – vonatkoztatási egyenesen, illetve görbén (becslő alapösszefüggésen, alapgörbén) a közvetett vizsgálat eredményéhez tartozó, az alapösszefüggésen (alapgörbén) leolvasott nyomószilárdság értéke (például a visszapattanási értékhez tartozó nyomószilárdság: f_R) közötti különbségeket (például $\delta f = f_{is} - f_R$), és kiszámítjuk a δf különbségek átlagát ($\delta f_{m(n)}$) és a szórást (s), amely – úgy gondoljuk (a szabvány nem mondja), hogy *nem* az $f_{is,cyl,100} = f_{c,cube,H}$ magmintaszilárdságok szórása (jelöljük így: s_{fis}), *hanem* a δf szilárdság különbségek szórása (jelöljük így: $s_{\delta f}$).

Ezután meg kell határozni a szilárdság különbségek jellemző értékét ($\Delta f = \delta f_{m(n)} - k_1 \cdot s_{\delta f}$), amellyel az alapgörbét (becslő alapösszefüggést) – általában felfelé – önmagával párhuzamosan el kell tolni.



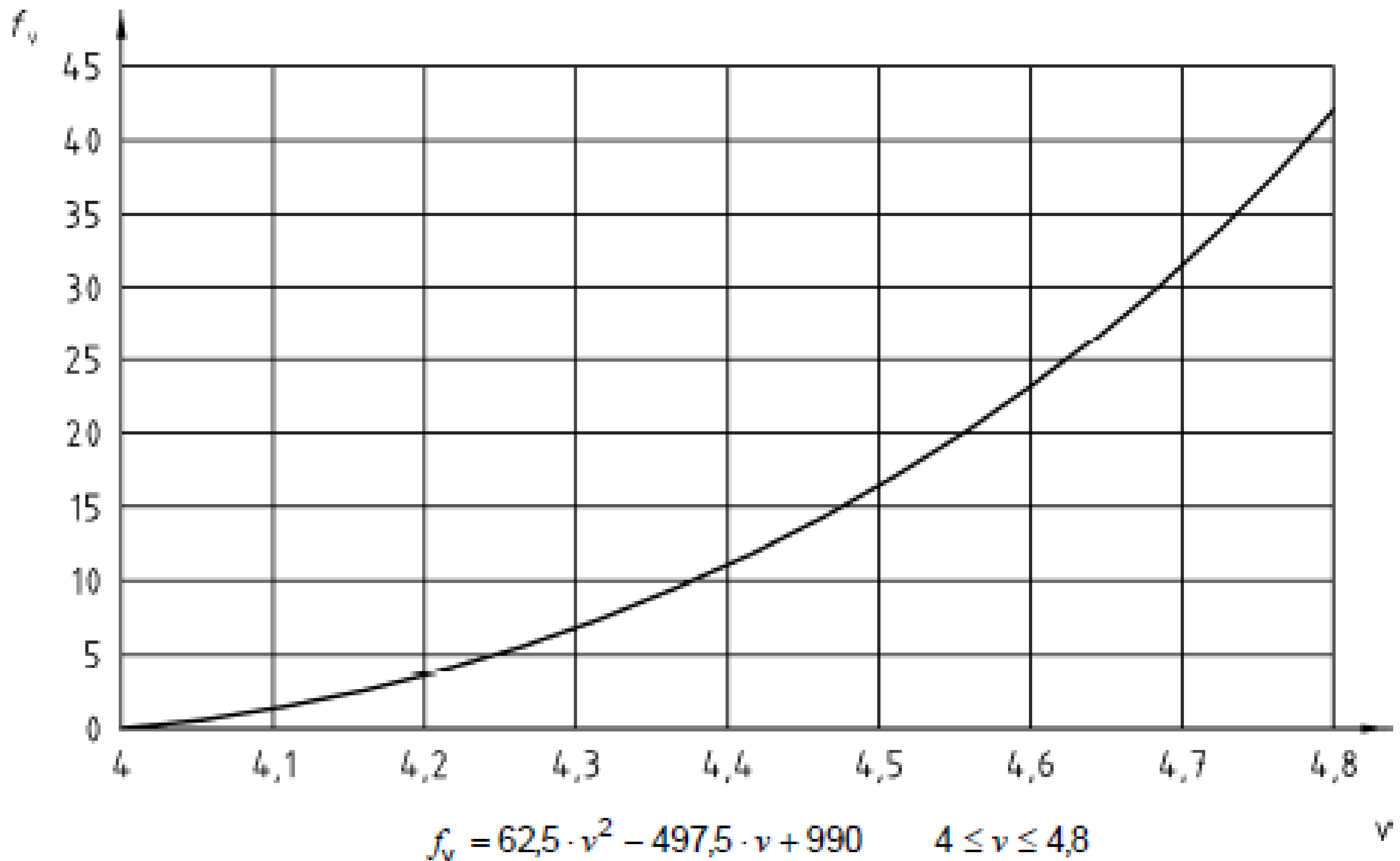
DIN EN 13791:2008 Bild 1 — Prinzip zur Bestimmung der Beziehung zwischen den Ergebnissen der Prüfung der Druckfestigkeit und der indirekten Prüfung



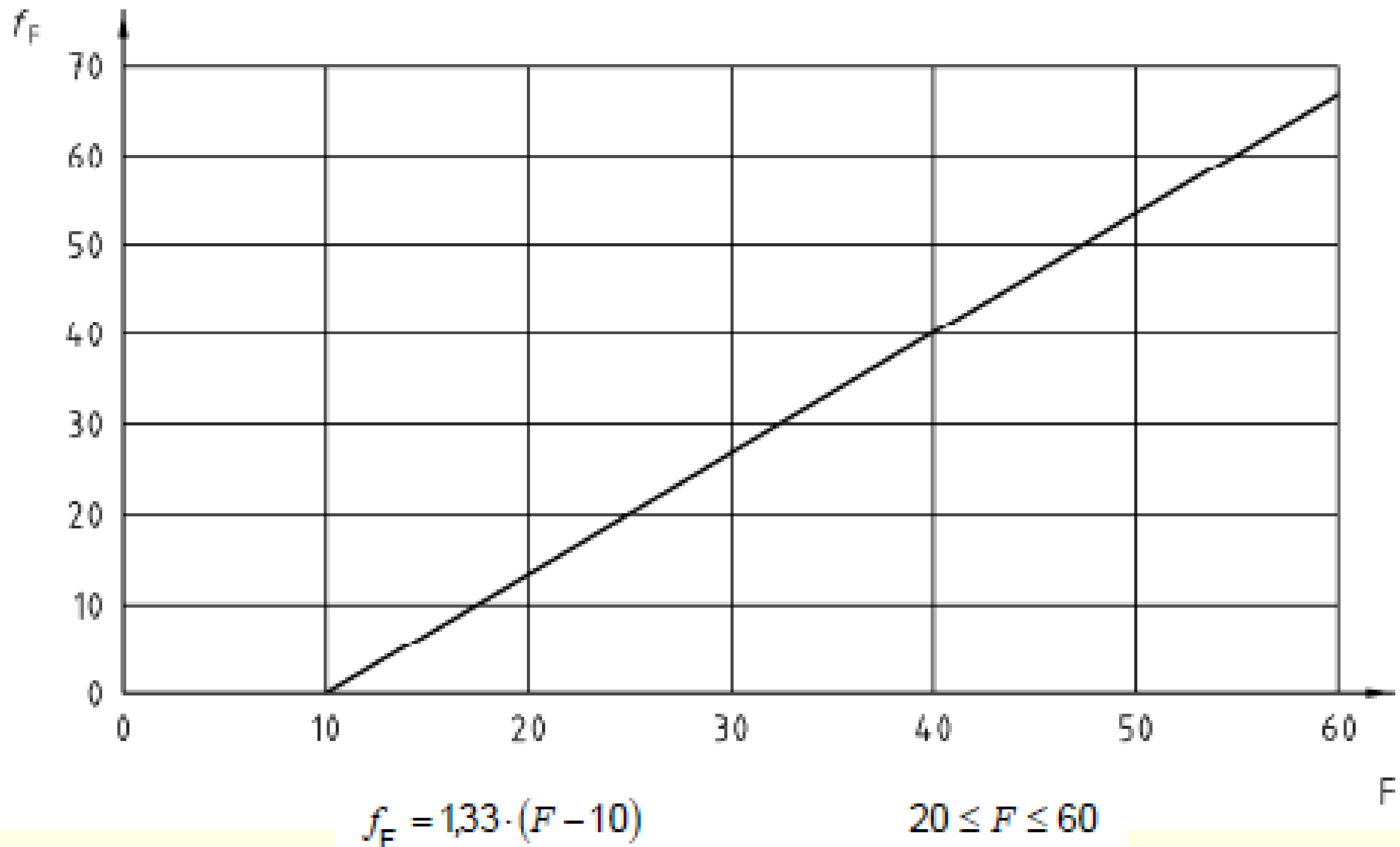
$$f_R = 1{,}25 \cdot R - 23 \qquad 20 \leq R \leq 24$$

$$f_R = 1{,}73 \cdot R - 34{,}5 \qquad 24 \leq R \leq 50$$

DIN EN 13791:2008 Bild 2 — Bezugskurve für die Prüfung mit dem Rückprallhammer (A visszapattanási érték vonatkoztatási görbéje)



DIN EN 13791:2008 Bild 3 — Bezugskurve für die Prüfung der Ultraschallgeschwindigkeit (Az ultrahang terjedési sebesség vonatkoztatási görbéje)



DIN EN 13791:2008 Bild 4 — Bezugskurve für die Prüfung der Ausziehkraft (A kihúzóerő vonatkoztatási görbéje)

– Az értékelés „3. lehetősége” a magminták segítségével végzett közvetlen vizsgálat, amellyel az MSZ EN 13791:2007 szabvány 7. fejezete foglalkozik, és amelynek eredményét a szabvány szerinti „A” vagy „B” módszerrel kell értékelni.

Az „A” módszer alkalmazásához legalább 15 darab magmintára, a „B” módszer alkalmazásához 3-14 közötti számú magmintára van szükség.

Az értékelés lényegében követi az MSZ EN 206:2014 szabvány 8.2.1.3. szakaszának a folyamatos és a kezdeti gyártás során mért nyomószilárdságok értékelésének előírásait, és eredménye a magminták nyomószilárdságának jellemző (karakterisztikus) értéke.

A magmintaszilárdság vizsgálattal kombinált roncsolásmentes nyomószilárdság vizsgálat esetén az építmény-beton szilárdság-vizsgálati eredményeknek az MSZ EN 13791:2007 szabvány 8.3. szakasza alatt leírt „2. lehetősége" szerinti értékelése során az alapgörbét a ($\Delta f = \delta f_{m(n)} - t_{9,95\%} \cdot s_{\delta f}$) értékkel kell eltolni,

ahol:

$\delta f_{m(n}$	**($\delta f = f_{is} - f_R$) *szilárdság különbségek átlaga*;**
f_{is}	**egyedi magmintaszilárdság;**
f_R	**visszapattanási értékhez tartozó nyomószilárdság az alapösszefüggésen;**
$t_{9,95\%}$	**5 %-os alulmaradáshoz tartozó *Student*-tényező 9 vizsgálati értékpár esetén;**
$s_{\delta f}$	**δf *szilárdság különbségek szórása*;**

Az így eltolt görbe a *szilárdság különbségek 5 %-os alulmaradási hányadú vonatkoztatási görbéje*.

Az így eltolt görbe a *szilárdság különbségek 5 %-os alulmaradási hányadú vonatkoztatási görbéje*.

Tényleges építmény-beton vizsgálata során az így eltolt, a szilárdság különbségek 5 %-os alulmaradási hányadú vonatkoztatási görbéjéről leolvasott szilárdság a 150 mm élhosszúságú, légszáraz állapotú próbakocka kellő biztonsággal meghatározott egyedi nyomószilárdsága, amelyet át kell számítani a végig víz alatt tárolt próbatest egyedi nyomószilárdságára (f_{ci}), majd ezt követően meg kell határozni ez utóbbi értékek átlagát ($f_{cm,R}$) és szórását (s_R), továbbá az építmény-beton nyomószilárdságának az 5 %-os alulmaradási hányadhoz tartozó jellemző (karakterisztikus) értékét ($f_{ck,R} = f_{cm,R} - t_{n,95\%} \times s_R$).

A jellemző érték számítása során az 5 %-os alulmaradási hányadhoz tartozó *Student*-tényezőt ($t_{n,95\%}$) vagy az MSZ EN 1990:2011 szabvány D1. táblázatának „»V« ismeretlen” sorában található alulmaradási tényezőt célszerű alkalmazni (MSZ 4798:2016 szabvány P melléklete).

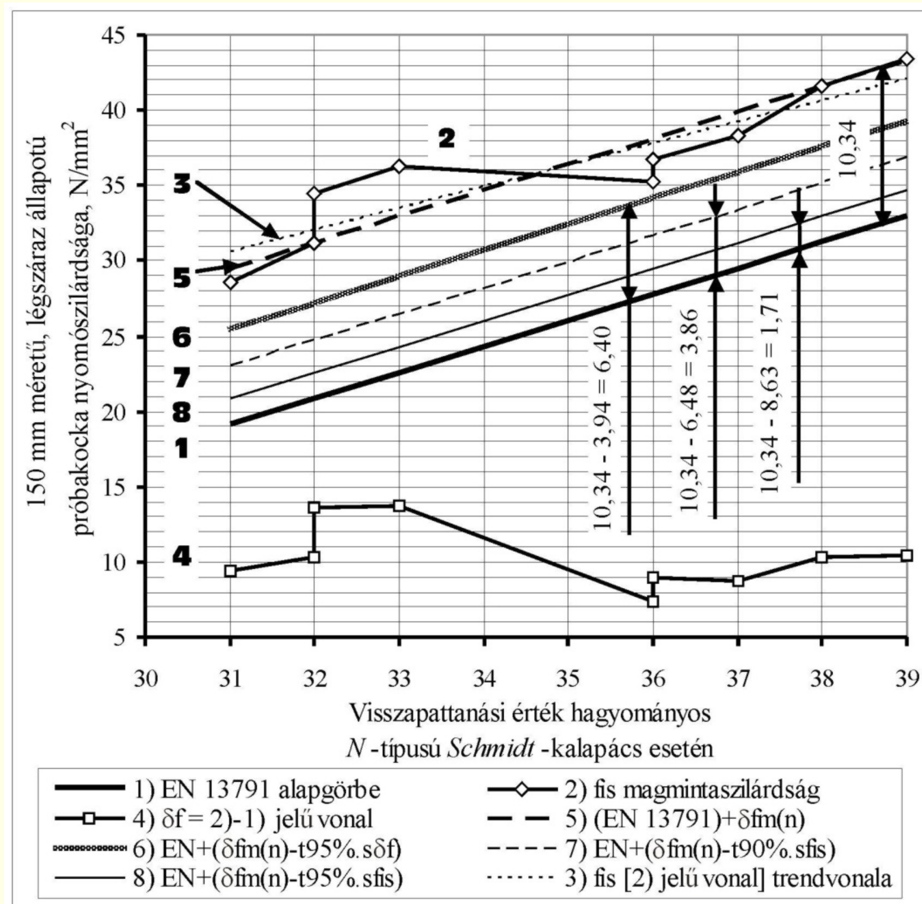
Nézzünk példát az MSZ EN 13791:2007 szabvány 8.3. szakasza szerinti becslő alapgörbe eltolására (*36. táblázat* és *33. ábra*), azaz az értékelés „2. lehetőségére”. Legyenek a vizsgálat alapadatai az összetartozó R – $f_{is,cyl,100}$ értékpárok, ahol R a vizsgálati helyeken (összesen 9 darab) mért egyes korrigált visszapattanási értékek és $f_{is,cyl,100}$ a hozzájuk tartozó 100 mm átmérőjű, 100 mm hosszúságú fúrt magminta nyomószilárdsága (MSZ EN 13791:2007 szabvány szerint: $f_{is,cyl,100} = f_{c,cube,H}$).

A *33. ábra* jelöléseivel a fúrt magminta nyomószilárdságának (2. görbe) és az MSZ EN 13791:2007 szabvány 8.3.3. szakaszának 2. ábrája szerinti becslő alapgörbe (1. görbe) adott vizsgálati helyhez tartozó értékének különbsége δf (4. görbe).

Példánkban a δf szilárdság különbségek átlaga: $\delta f_{(m)n}$ = 10,34 N/mm², a szilárdság különbségek szórása: $s_{\delta f}$ = 2,12 N/mm². A *33. ábrán* a 3. jelű görbe a fúrt magmintákon mért nyomószilárdságok trendgörbéje. Az 5 %-os alulmaradási tágasságot a *Student*-tényezővel határoztuk meg, értéke példánkban, 9 vizsgálati eredmény esetén: $t_{9,95\%}$ = 1,86.

Példánkban először két esetet vizsgálunk meg:

– **az MSZ EN 13791:2007 szabvány 2. ábrája szerinti becslő alapgörbét (példánk *33. ábráján* az 1. görbét) a szilárdság különbségek $\delta f_{(m)n}$ = 10,34 N/mm² átlagával (*33. ábrán* és *36. táblázatban* a 4. görbe) toljuk felfele, amelynek eredményeképpen a *33. ábra* és *36. táblázat* 5. görbéjét kapjuk;**



– az MSZ EN 13791:2007 szabvány 2. ábrája szerinti becslő alapgörbét (példánk *33. ábráján* és *36. táblázatában* az 1. görbét) a szilárdság különbségek $\delta f_{(m)n}$ = 10,34 N/mm^2 átlagának a szilárdság különbségek szórásával ($s_{\delta f}$ = 2,12 N/mm^2) és a $t_{9,95\%}$ = 1,86 értékű *Student*-tényezővel számított 5 %-os alulmaradási tágassággal ($t_{9,95\%} \cdot s_{\delta f}$ = 3,94 N/mm^2) csökkentett értékével, azaz az alulmaradási tágassággal ($\Delta f = \delta f_{m(n)} - t_{9,95\%} \cdot s_{\delta f}$ = 10,34 – 3,94 = 6,40 N/mm^2) toljuk felfele, melynek eredményeképpen a *33. ábra* és *36. táblázat* 6. görbéjét kapjuk.

Ez utóbbi görbe

(33. ábra és 36. táblázat 6. görbéje)

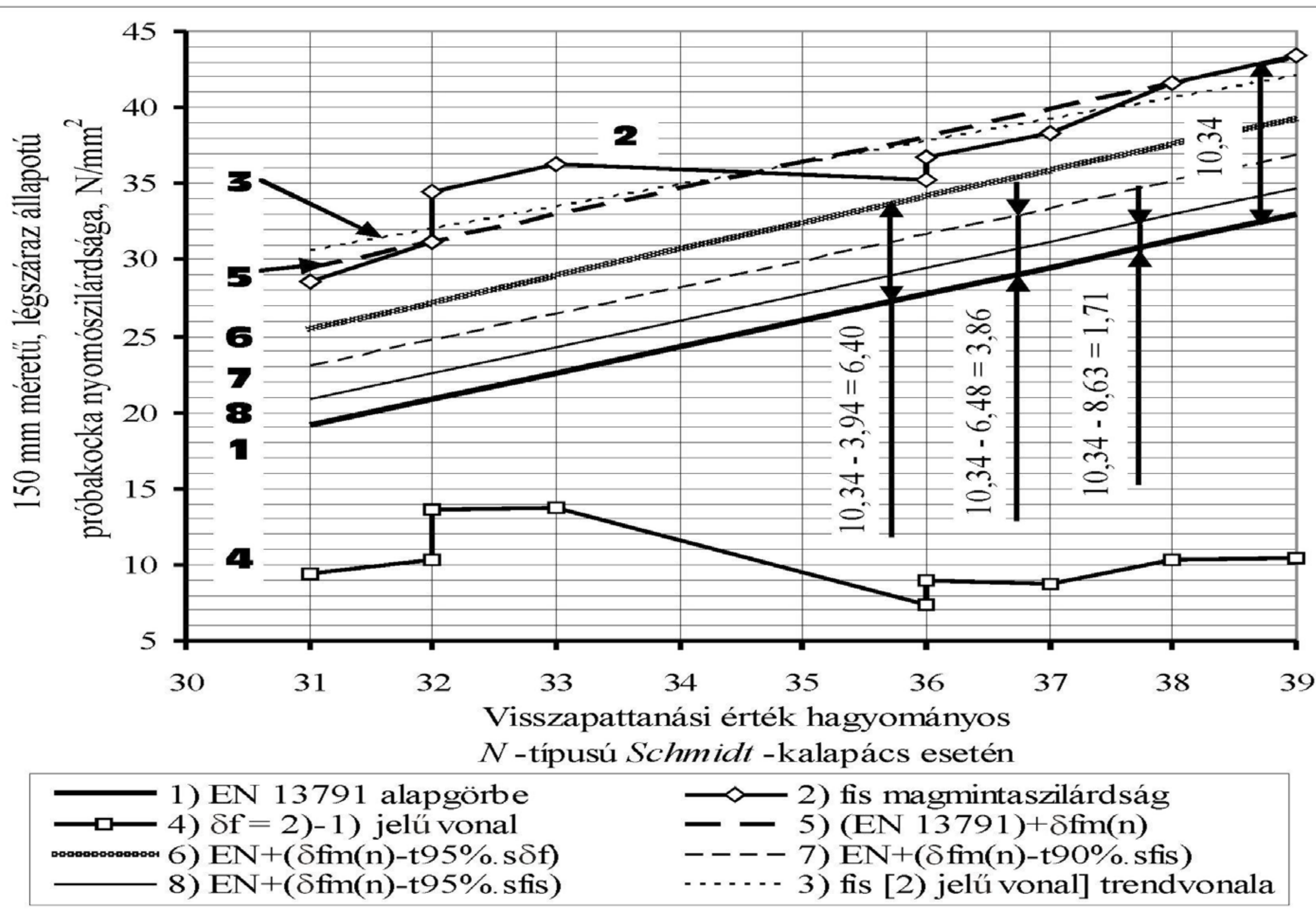
a szilárdság különbségek 5 %-os alulmaradási hányadú vonatkoztatási görbéje, amelyet véleményünk szerint a magmintaszilárdságok meghatározásával kombinált roncsolásmentes vizsgálat során a vizsgálati eredmények MSZ EN 13791:2007 szabvány szerinti értékelésének „2. lehetősége" esetén alkalmazni kell.

Ismétlésképpen:

Tényleges építmény-beton vizsgálata során az így eltolt, a szilárdság különbségek 5 %-os alulmaradási hányadú vonatkoztatási görbéjéről (6. görbe) leolvasott szilárdságok a 150 mm élhosszúságú, légszáraz állapotú próbakockák kellő biztonsággal meghatározott egyedi nyomószilárdsága, amelyet át kell számítani a végig víz alatt tárolt próbatestek egyedi nyomószilárdságára (f_{ci}), majd ezt követően meg kell határozni ezek átlagát ($f_{cm,R}$) és szórását (s_R), továbbá az építmény-beton nyomószilárdságának jellemző (karakterisztikus) értékét ($f_{ck,R} = f_{cm,R} - t_{n,95\%} \cdot s_R$).

36. táblázat: Példa az MSZ EN 13791:2007 szabvány szerinti becslő alapgörbe eltolására fúrt magmintán és *N*-típusú *Schmidt*-kalapáccsal végzett vizsgálat esetén, a *Student*-tényező alkalmazásával. E táblázat adatai alapján szerkesztett görbék a *33. ábrán* láthatók.

Vissza-pattanási mérték R	MSZ EN 13791 szerinti *alapgörbe*	$f_{is} = f_{is,cyl,100} = f_{c,cube,H}$ magminta-szilárdság	δf szilárdság különbség	MSZ EN 13791 szerinti alapgörbe +			
				$\delta f_{m(n)}$	$\delta f_{m(n)} - t_{9,95\%} \cdot s_{\delta f}$	$\delta f_{m(n)} - t_{9,90\%} \cdot s_{fis}$	$\delta f_{m(n)} - t_{9,95\%} \cdot s_{fis}$
					$t_{9,95\%} = 1,86$	$t_{9,90\%} = 1,397$	$t_{9,95\%} = 1,86$
	N/mm^2						
	Görbe jele						
	1)	2)	4) = 2) – 1)	5) = 1) + 10,34	6) = 1) + 6,40	7) = 1) + 3,86	8) = 1) + 1,71
31	19,1	28,6	9,5	29,5	25,5	23,0	20,8
32	20,9	31,2	10,3	31,2	27,3	24,7	22,6
32	20,9	34,5	13,6	31,2	27,3	24,7	22,6
33	22,6	36,3	13,7	32,9	29,0	26,4	24,3
36	27,8	35,2	7,4	38,1	34,2	31,6	29,5
36	27,8	36,7	8,9	38,1	34,2	31,6	29,5
37	29,5	38,3	8,8	39,9	35,9	33,4	31,2
38	31,2	41,6	10,4	41,6	37,6	35,1	32,9
39	33,0	43,4	10,4	43,3	39,4	36,8	34,7
Átlag	25,86	$f_{is,m} = f_{cm,cube,H} = 36,20$	$\delta f_{m(n)} =$ *10,34* = 36,20 – 25,86	$f_{is,m} = f_{cm,cube,H}$ = 36,20 = 25,86 + 10,34	32,26 = 25,86 + 6,40 = 36,20 – 3,94	29,72 = 25,86 + 3,86 = 36,20 – 6,48	27,57 = 25,86 + 1,71 = 36,20 – 8,63
Szórás	$s_{EN} = 5,08$	$s_{fis} = 4,64$	$s_{\delta f} = 2,12$	$s_{EN} = 5,08$	$s_{EN} = 5,08$	$s_{EN} = 5,08$	$s_{EN} = 5,08$
Alulmaradási tágasság		$t_{9,95} \cdot s_{fis}$ = 8,63			A középgörbe eltolásához alkalmazott érték		
					$t_{9,95\%} \cdot s_{\delta f}$ = 3,94	$t_{9,90\%} \cdot s_{fis}$ = 6,48	$t_{9,95\%} \cdot s_{fis}$ = 8,63
Küszöb érték		$f_{is,k} = f_{is,m} - t_{9,95} \cdot s_{fis}$ = 27,57		Szilárdság különbségek (δf)		Magmintaszilárdságok (f_{is}) szórása (s_{fis})	
Megjegyzés: - A görbék jelei a *33. ábra* jeleit követik. - A *33. ábrán* a f_{is} magmintaszilárdságok trendvonalát 3) jellel jelöltük, ennek értékeit ez a táblázat nem tartalmazza. - Javaslatunk szerint a 6) jelű görbét kell alkalmazni.				átlagával ($\delta f_{m(n)}$) eltolt 50 %-os alulmaradási hányadú *középgörbe*	szórása ($s_{\delta f}$) alapján eltolt 5 %-os alulmaradási hányadú	alapján eltolt 10 %-os alulmaradási hányadú	alapján eltolt 5 %-os alulmaradási hányadú
					vonatkoztatási görbe		



33. ábra: Példa az MSZ EN 13791:2007 szabvány 2. ábrája szerinti becslő alapgörbe eltolására fúrt magmintán és *N*-típusú *Schmidt*-kalapáccsal végzett vizsgálat esetén, a *36. táblázat* adatai alapján

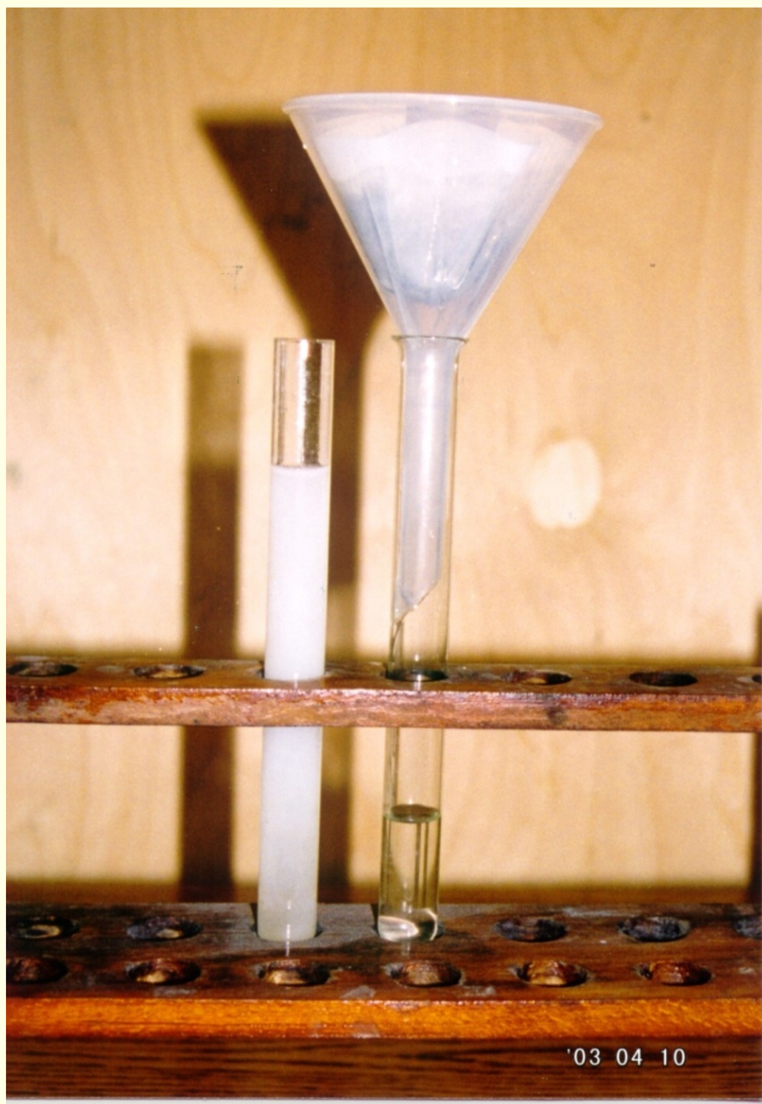
HELYSZÍNI RONCSOLÁSMENTES VIZSGÁLATOK

Kausay

VEGYSZERES KVALITATÍV VIZSGÁLATOK

’03 04


Kloridok
(például jégolvasztó-só)
kimutatása 2 %-os
salétromsavban
feloldott pormintából
2%-os
salét-
romsav
oldat
Kausay





A salétromsavas oldatot leszűrjük, és a szűrlethez ezüst-nitrát oldatot adunk. Ha a szűrlet az ezüst-nitrát oldattól opálosodik, akkor a porminta kloridionokat tartalmaz.

AZ MSZ 4798:2016 betonszabvány 15. táblázata

A beton alkalmazása	Kloridtartalom-osztály [a)]	A legnagyobb Cl^--tartalom a cement*tartalom* tömegszázalékában [b)]
Nem tartalmaz acélbetétet vagy más beágyazott fémet, kivéve a korrózióálló emelőfüleket	Cl 1,0	1,0%
Acélbetétet vagy más beágyazott fémet tartalmaz	Cl 0,20	0,20%
	Cl 0,40 [c)]	0,40% [c)]
Feszített acélbetétet tartalmaz	Cl 0,10	0,10%
	Cl 0,20 [c)]	0,20% [c)]

[a)] Különleges betonfelhasználás esetén az alkalmazott osztály függ a beton felhasználási helyén érvényes utasításoktól.

[b)] Ha II típusú kiegészítőanyagot alkalmazunk, és ezt beszámítjuk a cementtartalomba, akkor a cement + teljes mennyiségű kiegészítőanyag tömegszázalékában kifejezett kloridion az a kloridtartalom, amelyet számításba kell venni. ➔

[c)] *Kizárólag nedvességtől elzárt térben lévő szerkezetek esetén szabad megengedni.*

Részlet az MSZ 4798:2016 betonszabványból

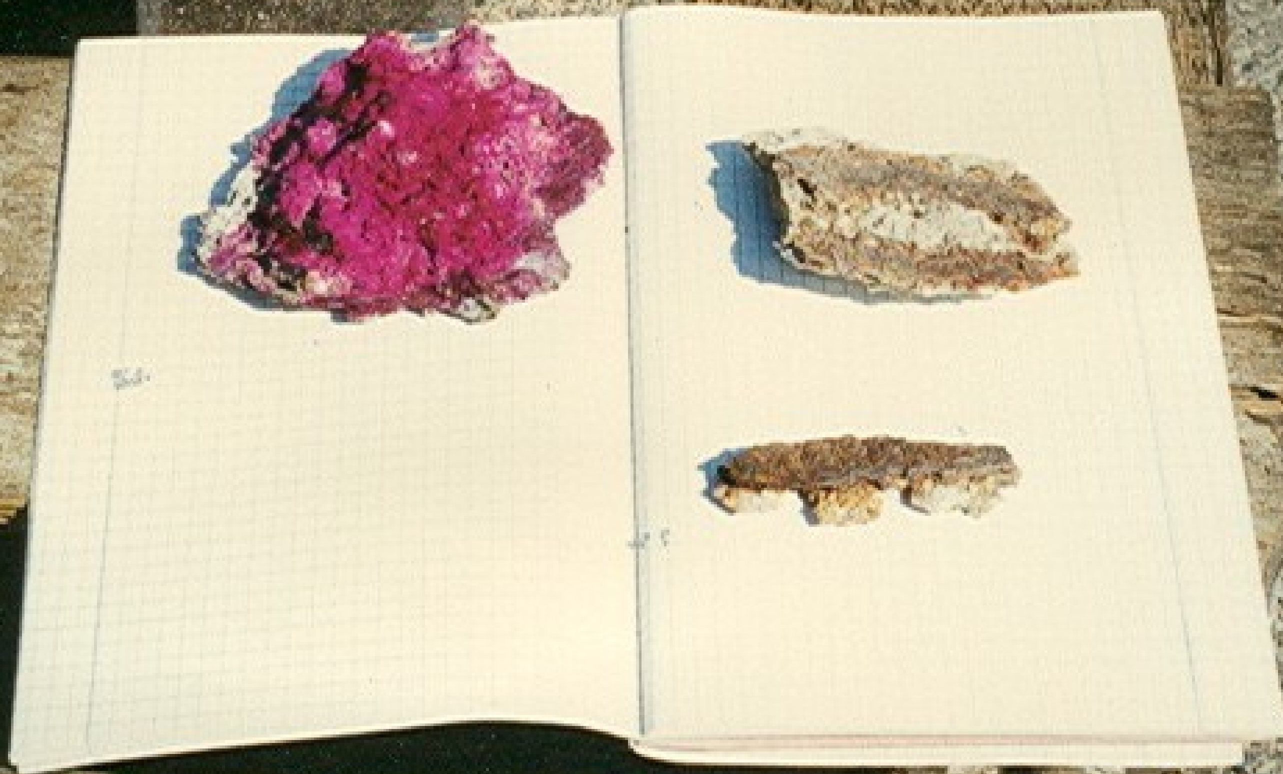
3.1.23. KIEGÉSZÍTŐANYAG

A betonban annak érdekében használt, és *a keverési folyamat* során *adagolt* finom szemű anyag, hogy a beton egyes tulajdonságai javuljanak vagy különleges feltételeknek feleljen meg. E szabvány a szervetlen kiegészítőanyagok két fajtájával foglalkozik:

- közel inert (kémiai reakcióba nem lépő) kiegészítőanyagok (I. típus), mint például a mészkőliszt,

- kötési folyamatban résztvevő, puccolános, például a trasz vagy latens hidraulikus, mint például a hidraulikus kohósalak, a savanyú pernye, a savanyú szilikapor, a ritkán előforduló bázikus pernye kiegészítőanyagok (II. típus).

Karbonátosodás vizsgálata fenolftalein oldattal



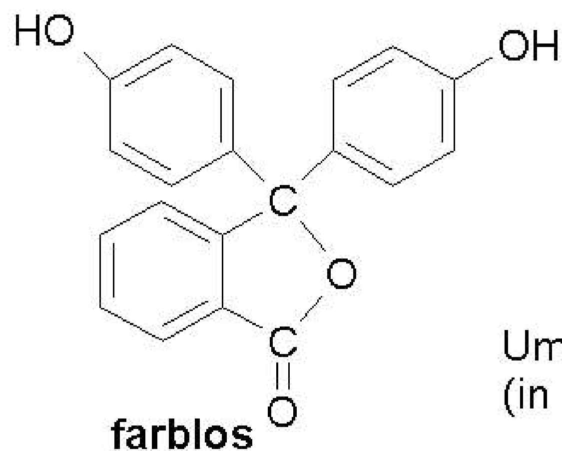
A beton friss törésfelületét **alkoholos fenolftalein oldattal** ecseteljük. Az oldat hatására a beton törésfelületének nem-karbonátosodott, azaz lúgos kémhatású, mintegy 9 pH értéknél (nagyobb) **bázikusabb** része lila (kárminvörös) színűre változik. A beton felszínéhez közeli, színét nem változtató része karbonátosodott, és ebből a karbonátosodás mélysége megállapítható.

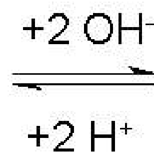
Magyarázat: A fenolftalein $[C_{20}H_{12}O_2(OH)_2]$ színtelen, szagtalan, ízetlen por. Vízben nem oldódik. Lúgok sóképzés közben oldják. Lúgos oldata kárminvörös, savas és semleges közegben színtelen.

A betonok és habarcsok karbonátosodással szembeni ellenálló képességét gyorsított vizsgálattal, laboratóriumi próbatesten az MSZ EN 13295:2004 szabvány szerint kell meghatározni. A vizsgálat során az 1,0 % CO_2-tartalmú, (21 ± 2) °C hőmérsékletű, (60 ± 10) % relatív nedvesség-tartalmú légtérben lévő próbatest karbonátosodási mélységének változását mérik az MSZ EN 14630:2007 szerinti fenolftaleinos próbával, az idő függvényében.

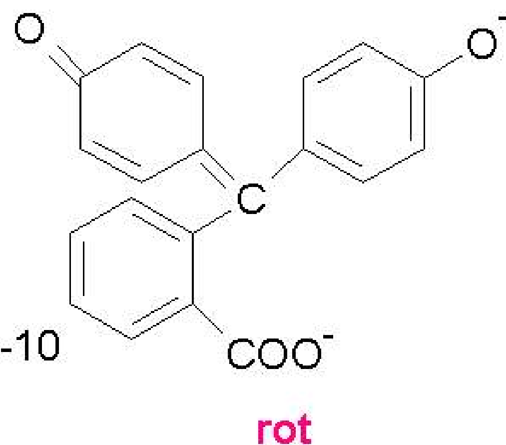
MSZ EN 13295:2004 Termékek és rendszerek a betonszerkezetek védelmére és javítására. Vizsgálati módszerek. A ~~karbonizációval~~ karbonátosodással szembeni ellenálló képesség meghatározása

MSZ EN 14630:2007 Termékek és rendszerek a betonszerkezetek védelmére és javítására. Vizsgálati módszerek. A megszilárdult beton karbonátosodási mélységének meghatározása fenolftaleines módszerrel





Umschlagpunkt: 8,2-10
(in pH-Einheiten)



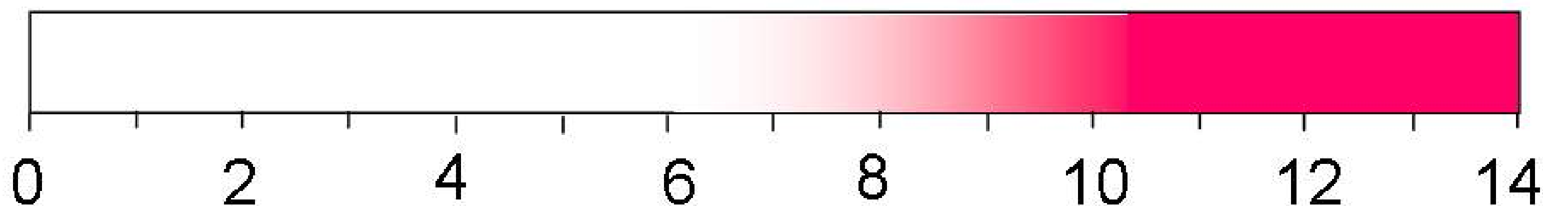


Abb.: Dissoziation von Phenolphtalein (pKs 9,4)

KARBONÁTOSODOTT **LÚGOS**

http://www.chempage.de/lexi/phenolphthalein.htm



Sav-bázis indikátorok színátcsapása *(Ebbing: General Chemistry, 1987)*

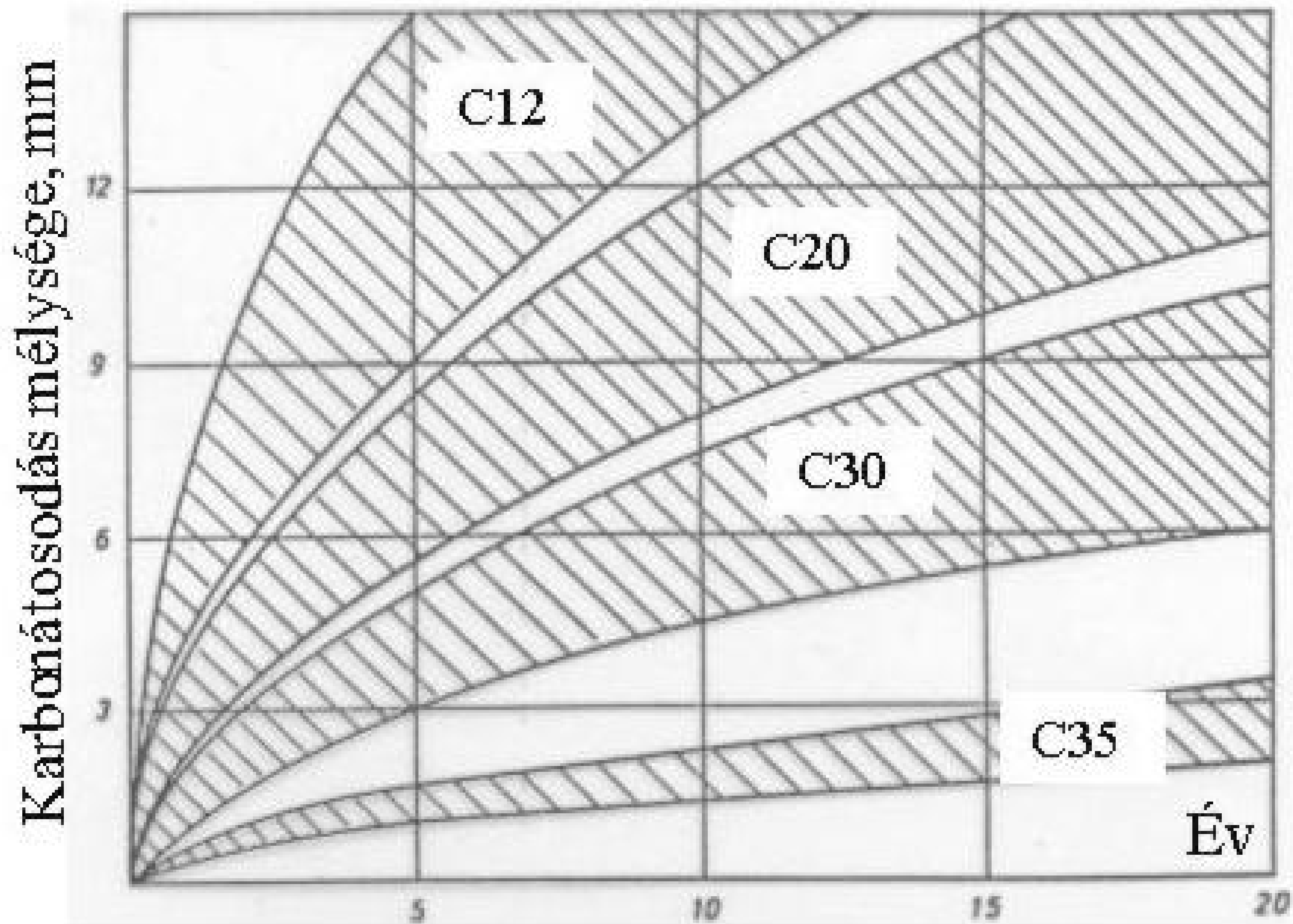
Az alkoholos fenolftalein oldatnál megbízhatóbb módon lehet a karbonátosodási mélységet alkoholban oldott timolftaleinnel kimutatni, mert az érzékenyebben jelzi a kémhatás megváltozását.

Lúgos oldatban, ha a pH =10 vagy annál nagyobb, az alkoholos timolftalein oldat kék színű. A beecsetelt betonfelületen a timolftalein oldat már akkor színtelenné válik, ha a pH értéke 10 alá csökken.

Belül lúgos




Belül
Kívül, betonfedés
2008/3/3 13:13
Leváló félben lévő betonfedés, a rozsda repesztő hatása



Karbonátosodás mélysége az idő és a beton nyomószilárdsági osztálya függvényében.
Forrás: http://www.fh-campuswien.ac.at/bau@home/bausanierung/daten/4_5_3.htm

Annak, hogy a karbonátosodás az acélbetétet ne érje el, négy fontos feltétele van:

- **a víz-cement tényezőt kicsire kell választani;**
- **a cementtartalom és a finom habarcs-tartalom (a pépes ágyazó anyag) kellően nagy kell legyen az acélbetét megfelelő beágyazottsága érdekében;**
- **a tervezési élettartam figyelembevételével be kell tartani betonfedés előírását;**
- **a betont jól be kell tömöríteni és minél hosszabb ideig kell utókezelni.**

Egyéb, a beton korróziójával kapcsolatos kémiai vizsgálatok:

- **Izzítási veszteség vizsgálata (a szerves anyag tartalom meghatározására) 1000 °C-on: MSZ EN 196-2:2013 (A cement kémiai elemzése)**
- **10 %-os sósavban oldható rész (a cement-tartalom meghatározására): MSZ EN 196-2:2013**

⇒

- **Szulfátion-tartalom: MSZ EN 196-2:2013**
- **A beton kellő biztonsággal megengedhető szulfátion-tartalma: 0,6 tömeg%**
- **Nitrátion-tartalom: MSZ 21976-8:1982**



Savas oldás
2008/3/18 14:11
Kausay



Oldhatatlan maradék

REPEDÉSMÉRÉS, PÓRUSMÉRET MÉRÉS



ELE repedéstágasság mérő mikroszkóp



MOM gyártmányú Brinell mikroszkóp, nagyítása 25-szörös

Repedéstágasság mérése
MOM gyártmányú
Brinell mikrószkóppal





Huggenberger-féle repedéstárasság mérő berendezés

Repedések fajtái

- **Zsugorodási repedések**
- **Hőmozgásból eredő repedések**
- **Süllyedésből származó repedések**
- **Terhelésekből adódó repedések**

Repedések formája

- **Nyugvó repedések – Terjedő repedések**
- **Átmenő repedések – Egyoldali (felületi) repedések**
- **Hossz-, keresztirányú, vízszintes, függőleges repedés**
- **Egyes, párhuzamos futású, hálószerű repedések**

Repedés tágasság

- **Hajszálrepedés: ≤ 0,1 mm**
- **Finomrepedés: 0,1 – 0,3 mm**
- **Közepes tágasságú repedés: 0,3 – 0,5 mm**
- **Nagytágasságú repedés: 0,5 – 1 mm**
- **Széles repedés: > 1 mm**



Hálószerű zsugorodási repedések

Platinum
Gillette

Repedés

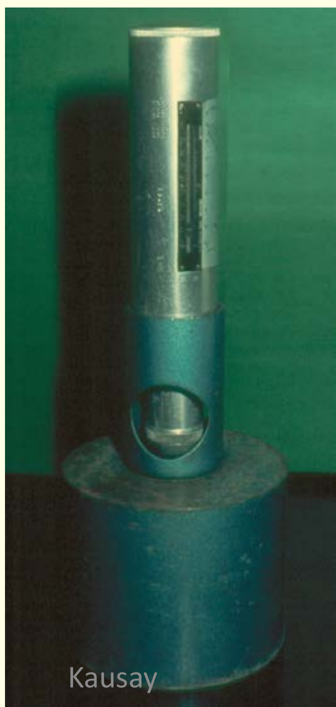
2007/6/2 7:46

Raktár csarnok pormentes ipari padlóburkolata


2008/2/11 16:14
Kausay


2008/2/29 8:01
Kausay

BETON NYOMÓSZILÁRDSÁGÁNAK MÉRÉSE RONCSOLÁSMENTES MÓDSZERREL



„PCE-HT-225A" típusú Schmidt-kalapács a beton nyomó-szilárdságának helyszíni, roncsolásmentes meghatározására



N jelű Schmidt-kalapács



MSZ EN 12504-2:2013 A beton vizsgálata szerkezetekben. 2. rész: Roncsolásmentes vizsgálat. A visszapattanási érték meghatározása

NR, *N* és *L* jelű Schmidt-kalapácsok

M jelű Schmidt-kalapács

Ht-20 típusú **habarcs visszapattanás mérő (Schmidt-) kalapács**

Mérési tartománya: 1,0 – 25,0 N/mm^2

Visszapattanási energiája: 0,196 joule ≈ 0,2 N.m

Az ütőkos úthossza: 75 mm

A műszer tömege: 1,0 kg





CY Measuring Instrument Store

Concrete Test Hammer



A *Schmidt*-kalapácsok ütőenergiája

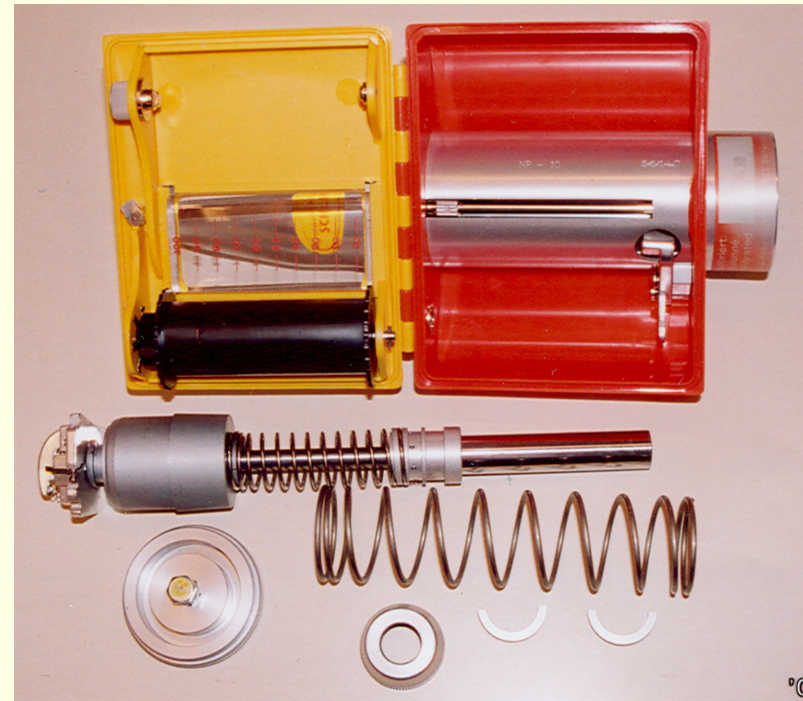
Ht-típusú (*Schmidt*-)kalapács: 0,20 N.m (joule)

L-típusú *Schmidt*-kalapács: 0,75 N.m (joule)

N-típusú *Schmidt*-kalapács: 2,25 N.m (joule)

M-típusú *Schmidt*-kalapács: 30,0 N.m (joule)





Original Schmidt Hammer Type N

Formula for the conversion of the R-value to fc for cube 150/150/150

fc = 1.05*(-12.91+R*(0.904+0.010748*R))

R-Value ← Rh	↑ Rvo	↓ Rvu	fc (cube 150 150 150) Rh	← fc	Rvo (~~Rvu~~)	↑ fc N/mm2	Rvu (~~Rvd~~)	↓ fc N/mm2
20	25.50	16.56	20	9.94	25	9.75	16	9.61
21	26.42	17.60	21	11.35	26	11.17	17	10.97
22	27.34	18.65	22	12.79	27	12.63	18	12.35
23	28.26	19.69	23	14.25	28	14.12	19	13.75
24	29.18	20.73	24	15.73	29	15.63	20	15.17
25	30.10	21.78	25	17.23	30	17.17	21	16.61
26	31.02	22.82	26	18.75	31	18.74	22	18.08
27	31.94	23.86	27	20.30	32	20.34	23	19.57
28	32.86	24.90	28	21.87	33	21.96	24	21.08
29	33.78	25.95	29	23.46	34	23.62	25	22.61
30	34.70	26.99	30	25.08	35	25.29	26	24.16
31	35.62	28.03	31	26.71	36	27.00	27	25.73
32	36.54	29.08	32	28.38	37	28.73	28	27.33
33	37.46	30.12	33	30.06	38	30.49	29	28.94
34	38.38	31.16	34	31.76	39	32.28	30	30.58
35	39.30	32.21	35	33.49	40	34.09	31	32.24
36	40.22	33.25	36	35.24	41	35.93	32	33.92
37	41.14	34.29	37	37.01	42	37.79	33	35.62
38	42.06	35.33	38	38.81	43	39.68	34	37.34
39	42.98	36.38	39	40.63	44	41.59	35	39.09
40	43.90	37.42	40	42.47	45	43.53	36	40.86
41	44.82	38.46	41	44.33	46	45.50	37	42.65
42	45.74	39.51	42	46.22	47	47.49	38	44.46
43	46.66	40.55	43	48.13	48	49.51	39	46.29
44	47.58	41.59	44	50.06	49	51.55	40	48.14
45	48.50	42.64	45	52.01	50	53.62	41	50.02
46	49.42	43.68	46	53.99	51	55.71	42	51.91
47	50.34	44.72	47	55.99	52	57.83	43	53.83
48	51.26	45.76	48	58.01	53	59.98	44	55.77
49	52.18	46.81	49	60.05	54	62.15	45	57.73
50	53.10	47.85	50	62.12	55	64.34	46	59.72
51	54.02	48.89	51	64.21	56	66.56	47	61.72
52	54.94	49.94	52	66.32	57	68.81	48	63.75
53	55.86	50.98	53	68.45	58	71.08	49	65.80
54	56.78	52.02	54	70.61	59	73.37	50	67.87
55	57.70	53.07	55	72.79	60	75.69	51	69.96
56	58.62	54.11	56	74.99	61		52	72.07
57	59.54	55.15	57	77.22	62		53	74.20
58	60.46	56.19	58	79.46	63		54	76.36
59	61.38	57.24	59	81.73	64		55	78.54
60	62.30	58.28	60	84.02				

Formula's for the impact direction corrections of R from horizontal Rh

to Rvo (vertical upward) ↑
Rvo = 0.92*Rh+7.1

to Rvu (vertical downward) ↓
Rvu = 1.043*Rh-4.3

Az Rvo↑ fv-t úgy kapom, hogy a fenti fc összefüggésbe R helyére $\frac{R_{vo}-7,1}{0,92}$ -t írok

Az Rvu↓ fv-t pedig úgy, hogy a fenti fc összefüggésbe R helyére $\frac{R_{vu}+4,3}{1,043}$ -t írok

↑ $R_{vu} = 1,043 \times R_h - 4,3$ ↓

$R_{vo} = 0,92 \times R_h + 7,1$ ↑

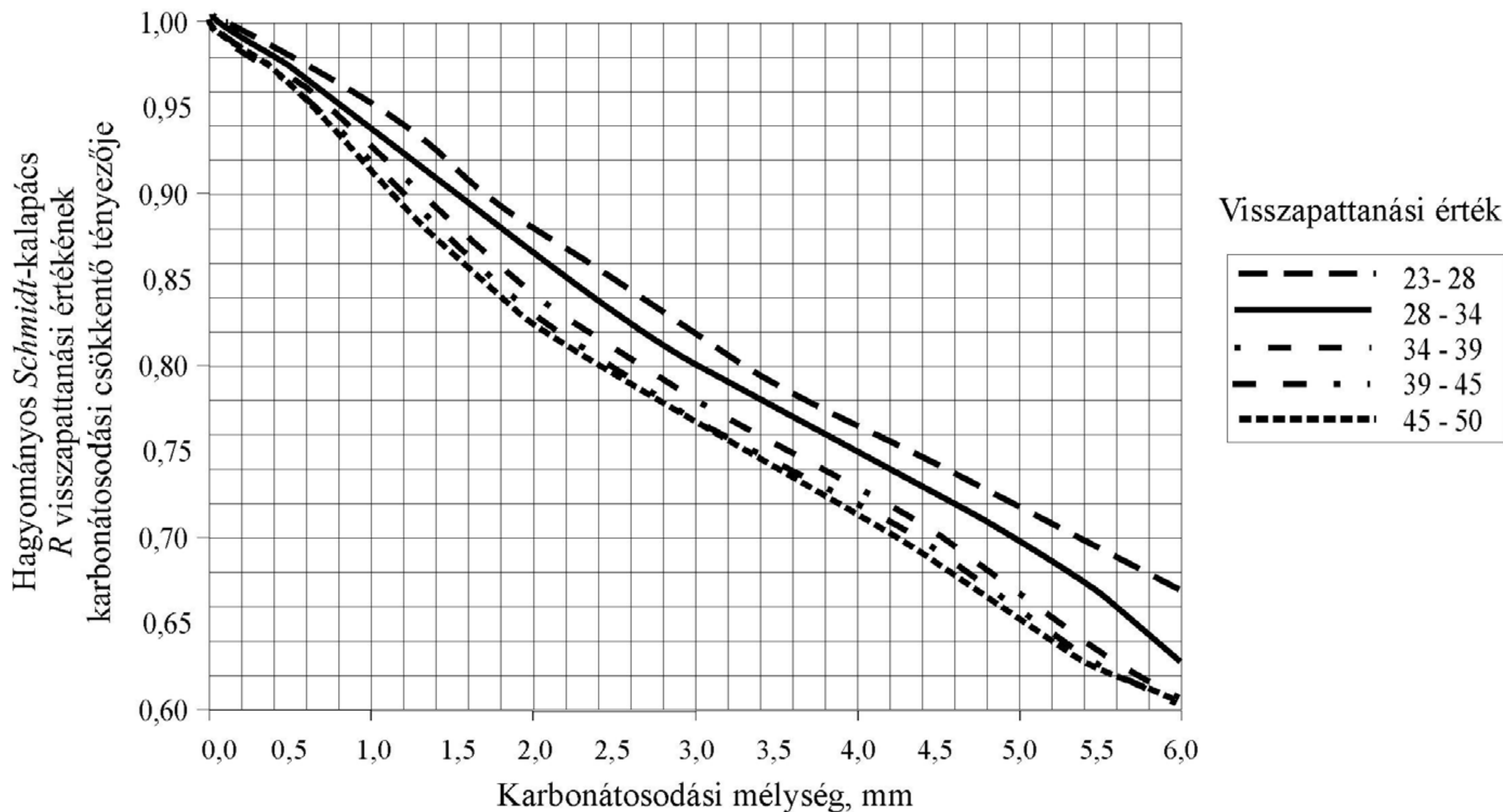
Nmm2 cube 150 1 / 2 bn, 07.08.2009

Ugyanaz a beton → vizsgálva R_h=60-at mutat, de ↑62,30 a visszapattanás, és ↓58,28 a visszapattanás. Mindegyikhez u.a. szilárdság tartozik.

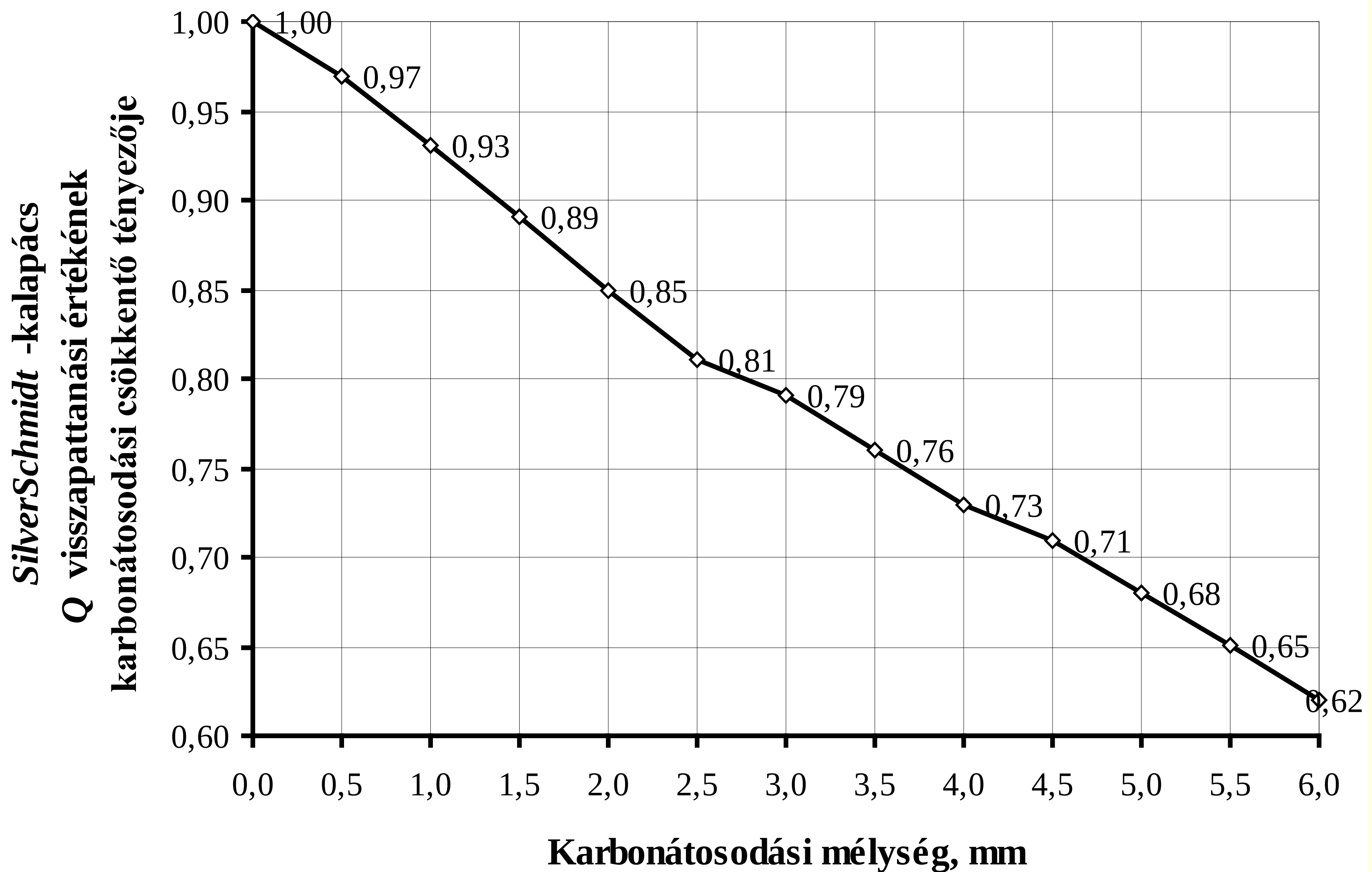
Kausay **A táblázat kinyomtatva tanulmányozható.** **Az f_c átlagérték.**

A *Schmidt*-kalapácsos vizsgálat általában szerkezetbe beépített betonok nyomószilárdságának meghatározására akkor alkalmazható, ha a beton felületi rétege és belseje között – a felület karbonátosodásától eltekintve – nincs számottevő szövetszerkezeti eltérés.

A vizsgált betonnak legalább 100 mm vastagságúnak, merevnek, vagy mereven megtámasztottnak és légszáraz állapotúnak kell lennie, és a karbonátosodási mélysége lehetőleg ne legyen 5 mm-nél több.



Karbonátosodási korrekciós diagram a **hagyományos N-, L-típusú és digitális *Schmidt*-kalapács** *R* visszapattanási értékének csökkentésére **japán kísérletek alapján. A diagramban szereplő karbonátosodási csökkentő tényező európai körülmények között valószínűleg túl nagy (*Proceq SA* 2003)**



Karbonátosodási korrekciós diagram a *SilverSchmidt*-kalapács *Q* visszapattanási értékének csökkentésére japán kísérletek alapján. A diagramban szereplő karbonátosodási csökkentő tényező európai körülmények között valószínűleg túl nagy (*Proceq SA* 2007)

Az *N*-, *L*-, *NR*-, *LR*-, *ND*-, *LD*-típusú hagyományos *Schmidt*-kalapácsokkal meghatározott, leolvasott visszapattanási érték (*R* = Rückprall) a visszapattanó ütőkos útjával ($\Delta s_{visszapattanás}$) hozzávetőlegesen az

$R = 1{,}323 \cdot \Delta s_{visszapattanás} + 7{,}35$, illetve a $\Delta s_{visszapattanás} = 0{,}756 \cdot R – 5{,}56$

összefüggés szerint arányos, az ütőkos visszapattanási útja ($\Delta s_{visszapattanás}$) pedig az ütőkos visszapattanási energiája ($E_{ütőkos,visszapattanási}$) és az ütőrugó ütési rugalmas energiája ($E_{rugó,ütési}$) hányadosa (Ψ_R) négyzetgyökének függvénye, mert:

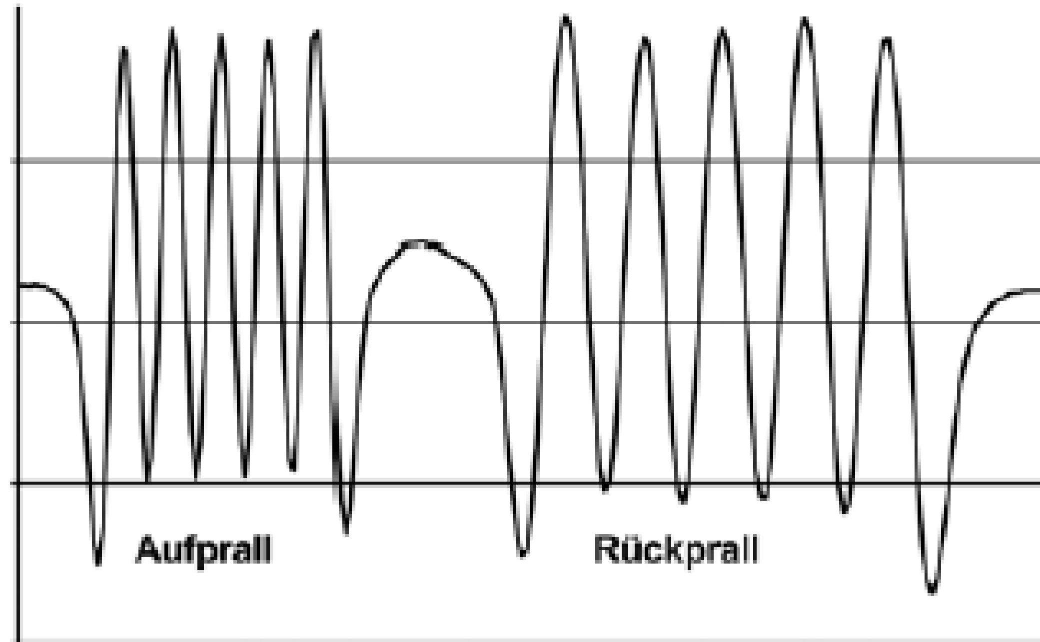
$$\Psi_R = \frac{E_{ütőkos,visszapattanási}}{E_{rugó,ütési}} = \frac{(F_{visszapattanás} \cdot \Delta s_{visszapattás})/2}{(F_{ütés} \cdot \Delta s_{ütés})/2} = \frac{(D/2) \cdot \Delta s_{visszapattanás}{}^2}{(D/2) \cdot 75^2} = \frac{\Delta s_{visszapattanás}{}^2}{75^2}$$

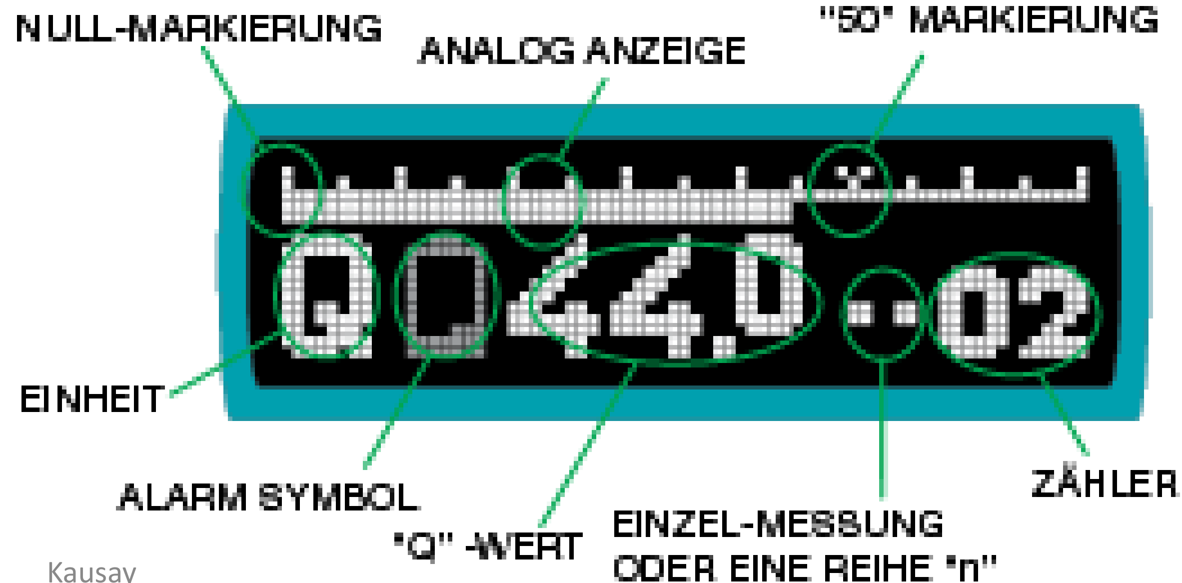
és $\Delta s_{visszapattanás} = 75 \cdot \sqrt{\Psi_R}$, amiből: $R = 99{,}22 \cdot \sqrt{\Psi_R} + 7{,}35$;
ahol $F_{visszapattanás} = D \cdot \Delta s_{visszapattanás}$ a rugóerő a visszapattanás során, $F_{ütés} = D \cdot \Delta s_{ütés}$ a kihúzott ütőrúgó ereje, *D* a direkciós állandó („*c*” a rugóállandó reciproka), $\Delta s_{visszapattanás}$ a visszapattanó ütőkos útja, $\Delta s_{ütés} = 75$ mm a kihúzott ütőrugó megnyúlása (*Brandestini* 2010).
Például, ha $R = 40$, akkor $\Delta s_{visszapattanás} = 24{,}68$ mm és $\Psi_R = 0{,}108$.

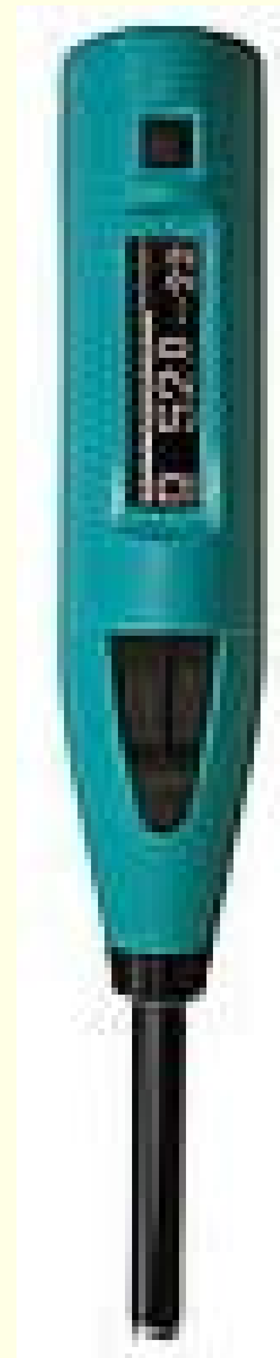
A *Schmidt*-kalapácsok „*SilverSchmidt*” néven forgalmazott új generációját a *Proceq SA* 2006-2010 évek között fejlesztette ki.
A hagyományos *Schmidt*-kalapács mérési eredményét különféle súrlódások befolyásolják, amelyek a *SilverSchmidt-kalapács* esetén nem lépnek fel, mert a visszapattanási értéket (*Q*) nem az ütőkos visszapattanáskor megtett útja függvényében, hanem az ütőkos visszapattanási ($v_{visszapattanás}$) és ütési sebessége ($v_{ütés}$) négyzetének az arányában (Ψ_Q) fejezik ki:

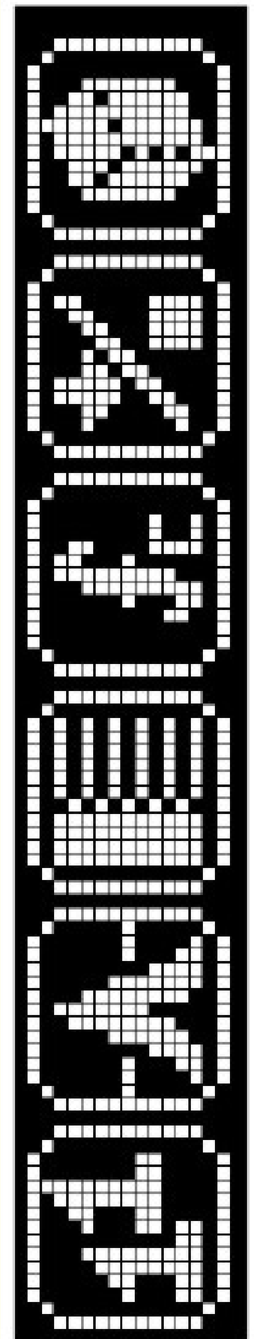
$$\Psi_Q = \frac{M_{ütőkos} \cdot v_{visszapattanás}^2 / 2}{M_{ütőkos} \cdot v_{ütés}^2 / 2} = \frac{v_{visszapattanás}^2}{v_{ütés}^2}$$

Munka, energia = Erő·Út = Tömeg·Gyorsulás·Út =
= Tömeg·(Út/Idő²)·Út = Tömeg·(Út²/Idő²) = Tömeg·Sebesség²

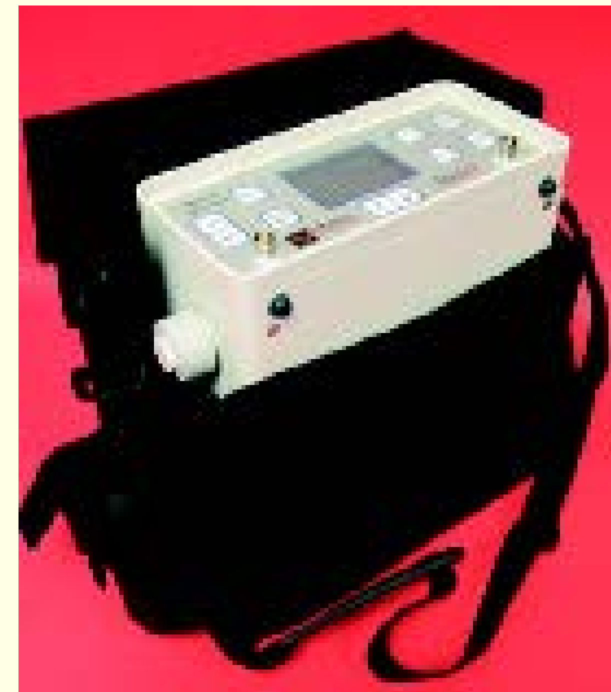

Signal mit dem optischen Geschwindigkeitsgeber aufgenommen
Aufprall
Rückprall


NULL-MARKIERUNG
ANALOG ANZEIGE
"50" MARKIERUNG
EINHEIT
ALARM SYMBOL
"Q" -WERT
EINZEL-MESSUNG
ODER EINE REIHE "n"
ZÄHLER
Kausay





„Pundit 7” típusú, ultrahang terjedési idő mérő készülék a beton nyomószilárdságán ak roncsolásmentes vizsgálatára



„Pundit plus” típusú, ultrahang terjedési idő mérő készülék a beton nyomószilárdságának roncsolásmentes vizsgálatára

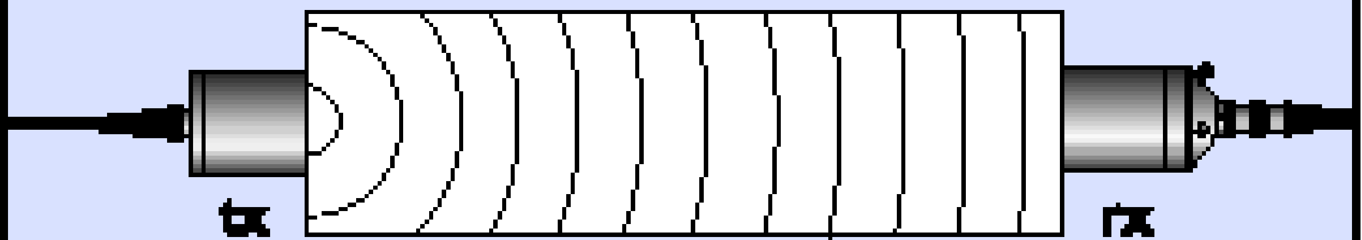
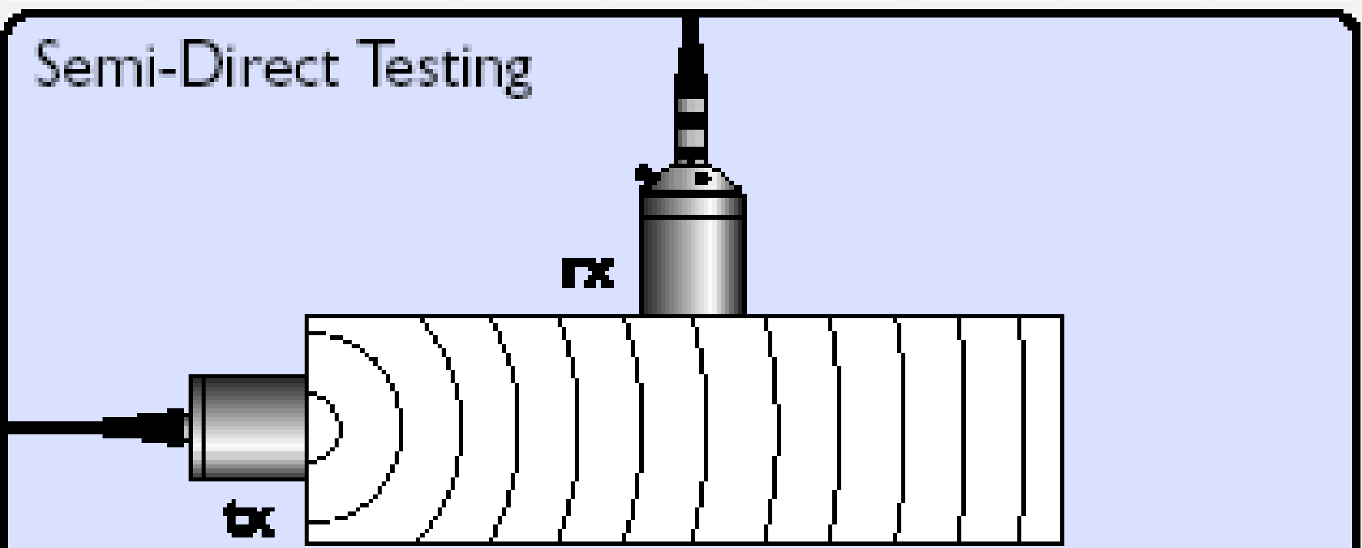
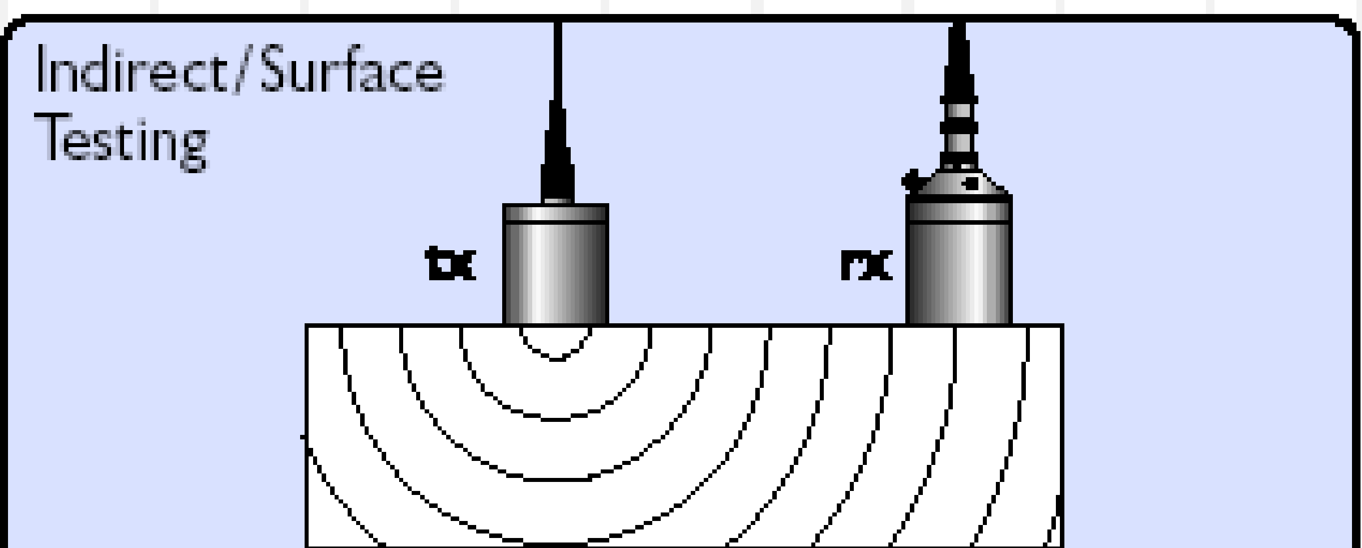


MSZ EN 12504-4:2005 A beton vizsgálata.
4. rész: Az ultrahang terjedési sebességének meghatározása

Kausay



TICO
Ultraschallgerät
Ultrasonic Instrument
proceq
TICO
Ultraschallgerät
Ultrasonic Instrument
ON OFF
START RESET
MENU
PRINT STORE
END
PROCEQ Testing Instruments
Kausay


Direct Testing
tx
rx

Semi-Direct Testing
rx
tx

Indirect/Surface Testing
tx
rx

A longitudinális hanghullám terjedési sebessége levegőben 330 m/s, vízben 1500 m/s, betonban 3000-5000 m/s, acélban 6000 m/s. Szilárd testben a longitudinális hanghullám terjedési sebessége a

$$v_L = \sqrt{\frac{E_{din,L} \cdot (1-\mu)}{\rho_T \cdot (1+\mu) \cdot (1-2\cdot\mu) \cdot c_{Edin}}} = \sqrt{\frac{E_{din,L}}{\rho_T}} \cdot \sqrt{\frac{1-\mu}{(1+\mu)\cdot(1-2\cdot\mu)\cdot c_{Edin}}}$$

összefüggéssel fejezhető ki, ahol: $E_{din,L}$ az anyag hosszirányú (longitudinális) dinamikai rugalmassági modulusa, μ az anyag *Poisson*-tényezője, ρ_T az anyag testsűrűsége, c_{Edin} arányossági tényező.
A gyakorlatban szívesen veszik fel az (1-μ)/[(1+μ)·(1-2·μ)·c_{Edin}] szorzat értékét 1,0 (μs^2/mm^2)/[(N/mm^2)·(kg/m^3)]-nek, amely egyszerűsítéssel a longitudinális hanghullám terjedési sebességének összefüggése a következő alakot veszi fel:

$$v_L = \frac{L_{ultrahang}}{t_{ultrahang}} = \sqrt{\frac{E_{din,L}}{\rho_T}} \qquad mm/\mu s$$

ahol: $L_{ultrahang}$ az ultrahang által a betonban megtett út hossza, mm, $t_{ultrahang}$ idő, amely alatt az ultrahang az $L_{ultrahang}$ hosszúságú utat a betonban megteszi, μs

A **dinamikai rugalmassági modulus** a rezgőmozgás hatására a *σ–ε görbe* általában nagyon kis feszültséghez tartozó pontján keletkező hiszterézis hurok átlója hajlásszögének iránytangense.

A dinamikai rugalmassági modulus a statikai rugalmassági modulusnál nagyobb, és a szilárdság növekedésével a beton dinamikai és statikai rugalmassági modulusának különbsége csökken. A dinamikai rugalmassági modulust az adalékanyag és a cementkő fajtája, a beton kora, porozitása és nedvesség-tartalma jelentősen befolyásolja. A kísérleti eredmények szerint a dinamikai rugalmassági modulus a nyomószilárdságnál gyorsabban növekszik.

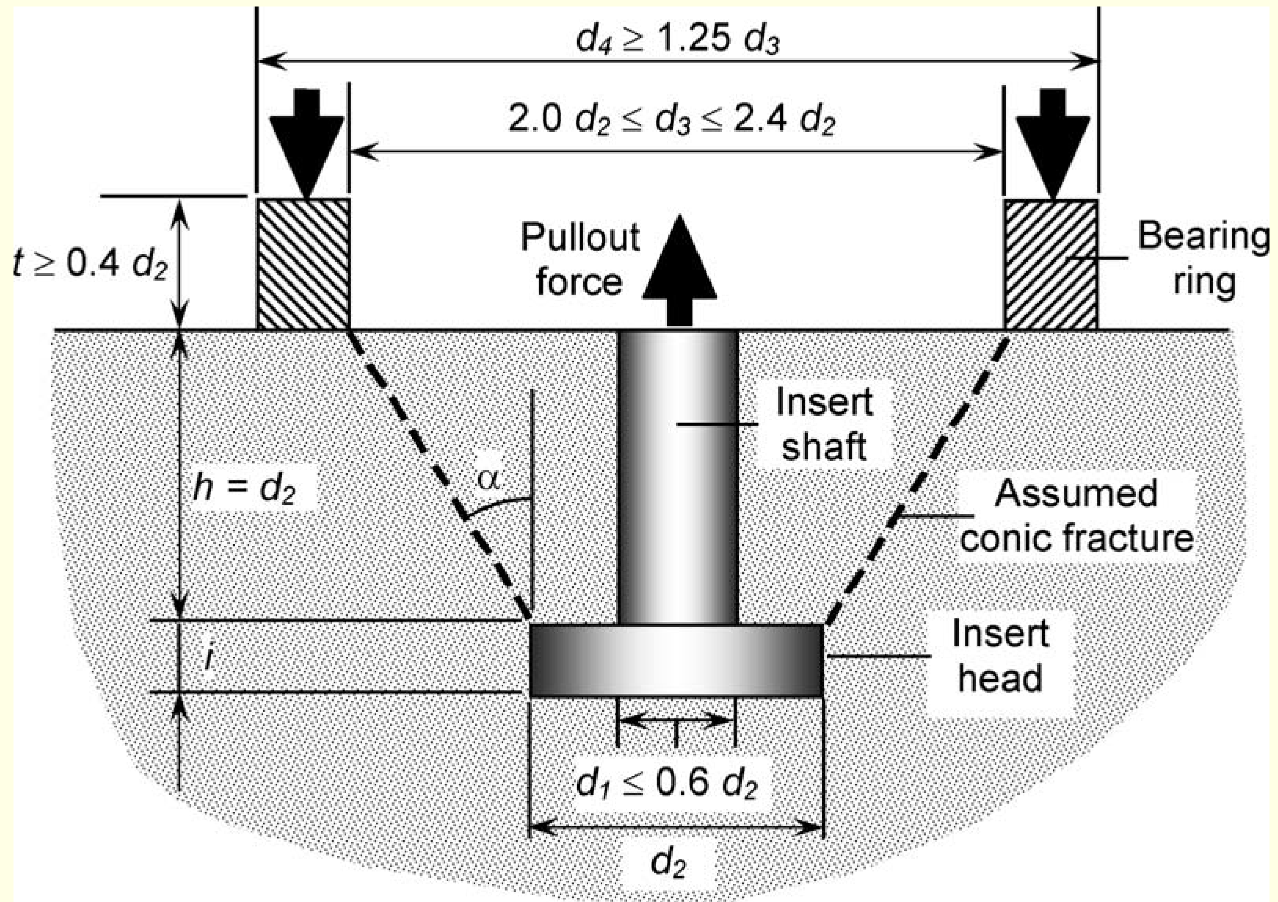
$$E_{din,L} = \rho_T \cdot v_L^2 \cdot \frac{(1+\mu)\cdot(1-2\cdot\mu)}{1-\mu} \cdot c_{Edin} \qquad N/mm^2$$

Ha ρ_T = 2350 kg/m^3, v_L = 4000 m/s és μ_{beton} = 0,167, akkor a hosszirányú dinamikai rugalmassági modulusra

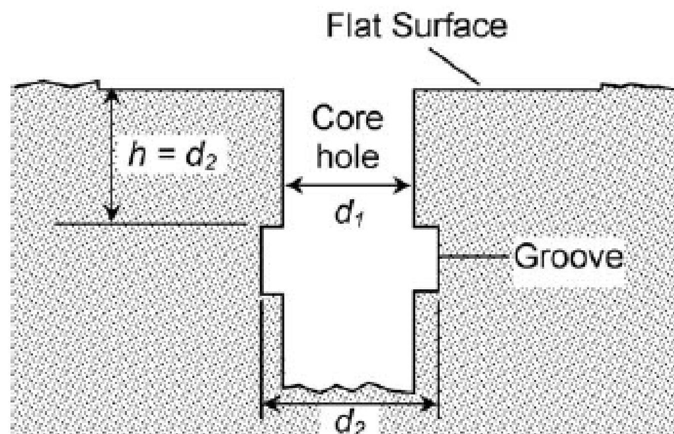
$$E_{din,L} = 2350 \cdot 4000^2 \cdot \frac{(1+0{,}167)\cdot(1-2\cdot 0{,}167)}{1-0{,}167} \cdot 10^{-6}$$

$$= 3{,}76 \cdot 10^{10} \cdot 0{,}933 \cdot 10^{-6} = 35081 \qquad N/mm^2$$ érték adódik.

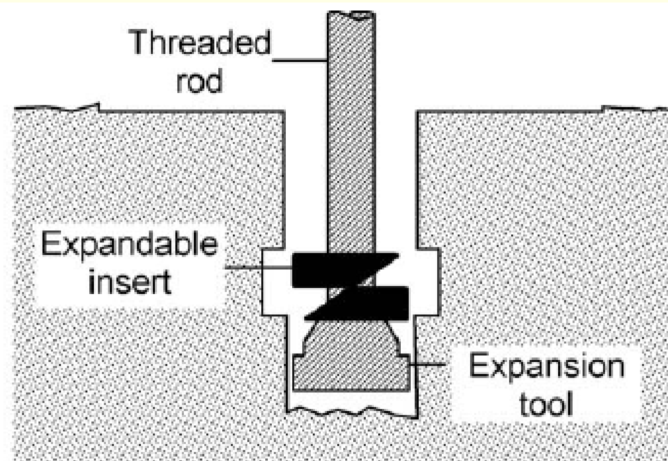
A nyomószilárdságot az MSZ EN 12504-3:2005 szabvány szerint a kihúzóerő meghatározásával is meg lehet becsülni.



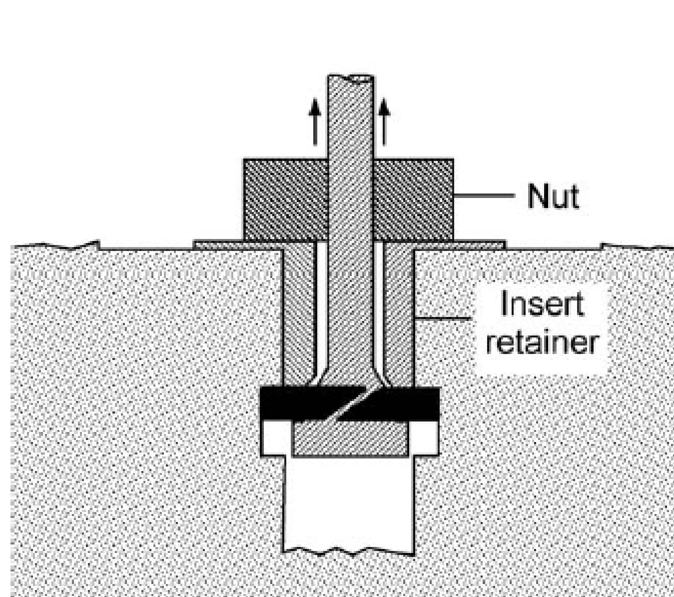
Kihúzó kísérlet elrendezésének vázlatos rajza az ASTM C 900:2006 szabványban arra az esetre, ha a fém kihúzó fejet a friss betonba betonozzák be.



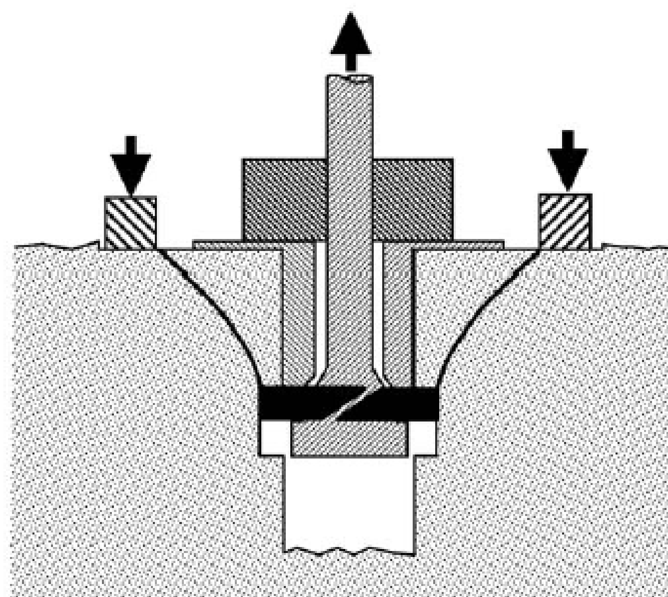
(a) Drill hole, grind surface, and undercut groove



(b) Insert expansion tool and expandable insert



(c) Expand insert


(d) Install bearing ring and loading system; pullout insert assembly

Kihúzó kísérlet elrendezésé-nek vázlatos rajza az ASTM C 900:2006 szabványban arra az esetre, ha a fém kihúzó fejet a meg-szilárdult betonba befúrt lyukba utólag helyezik be.

Az MSZ EN 13791:2007 szabvány szerint az építmény betonja nyomószilárdságát vagy közvetlenül kizárólag magminták vizsgálatával, vagy magminták nyomószilárdságával átalakított közvetett vizsgálati eredményekkel lehet meghatározni. A szabvány felfogásában

- **a 100 mm átmérőjű és ugyanilyen hosszú magminta nyomószilárdsága megfelel a vele azonos körülmények között készített 150 mm méretű próbakocka nyomószilárdságának. Légszáraz állapotban végzett vizsgálatot feltételezve:** $f_{c,is,cyl,100} = f_{c,cube,H}$;
- **a 100 mm és 150 mm közötti átmérőjű és kétszer ilyen hosszú magminta nyomószilárdsága megfelel a vele azonos körülmények között készített 150 mm átmérőjű és 300 mm magas próbahenger nyomószilárdságának. Légszáraz állapotban végzett vizsgálatot feltételezve:** $f_{c,is,cyl\ Ø100·200} = f_{c,is,cyl\ Ø150·300} = f_{c,cyl,H}$.

Magfúró berendezés



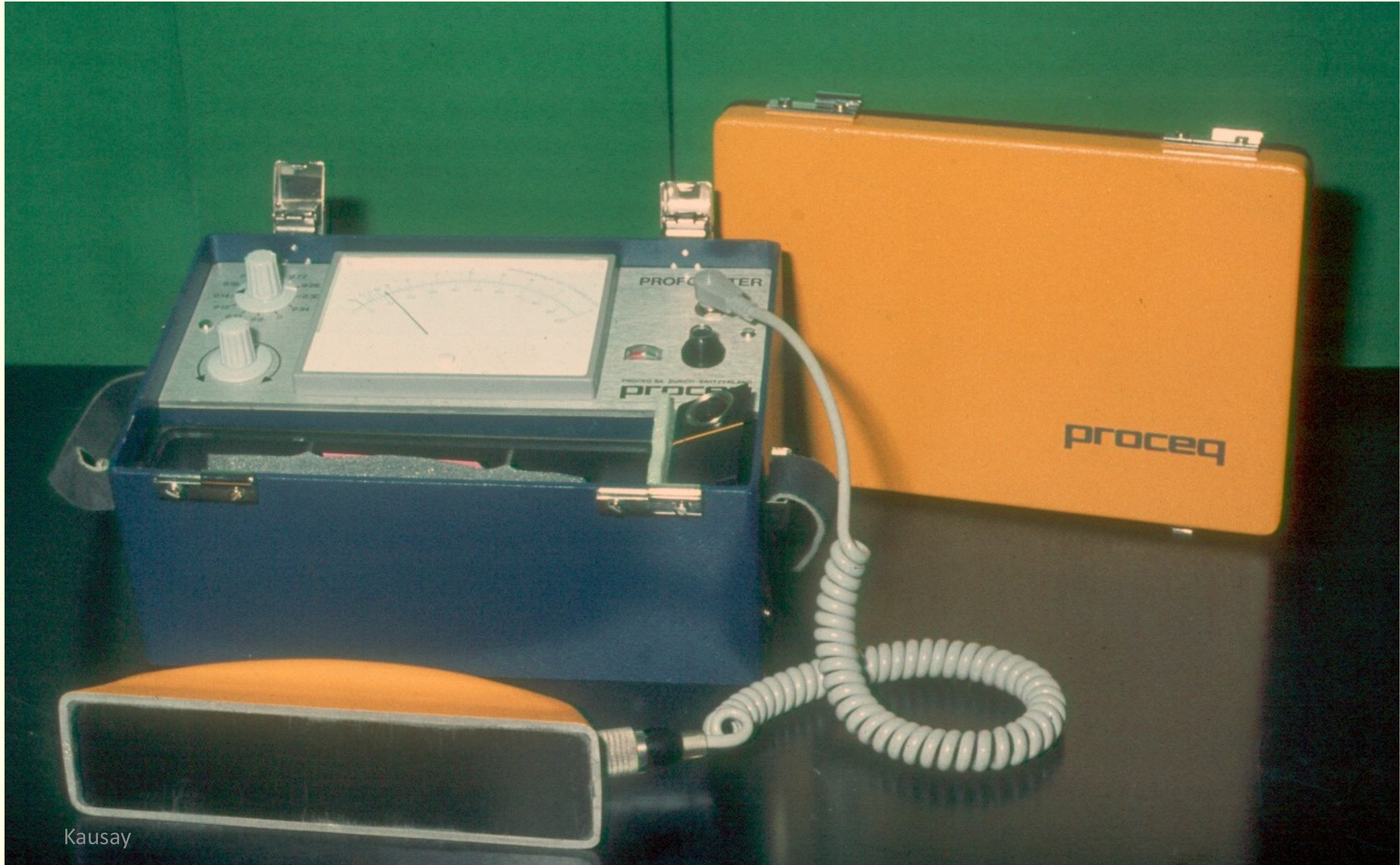
Gyémánt szemcséket tartalmazó fúrókorona





Építményből kifúrt beton magminta nyomószilárdságának vizsgálata

BETONACÉL KERESÉSE




Profometer 5
betonacél
kereső
készülék
proceq
Kausay



„Elcometer 331” betonacél kereső készülék



Magyar gyártmányú betonacél-kereső az 1990-es évekből



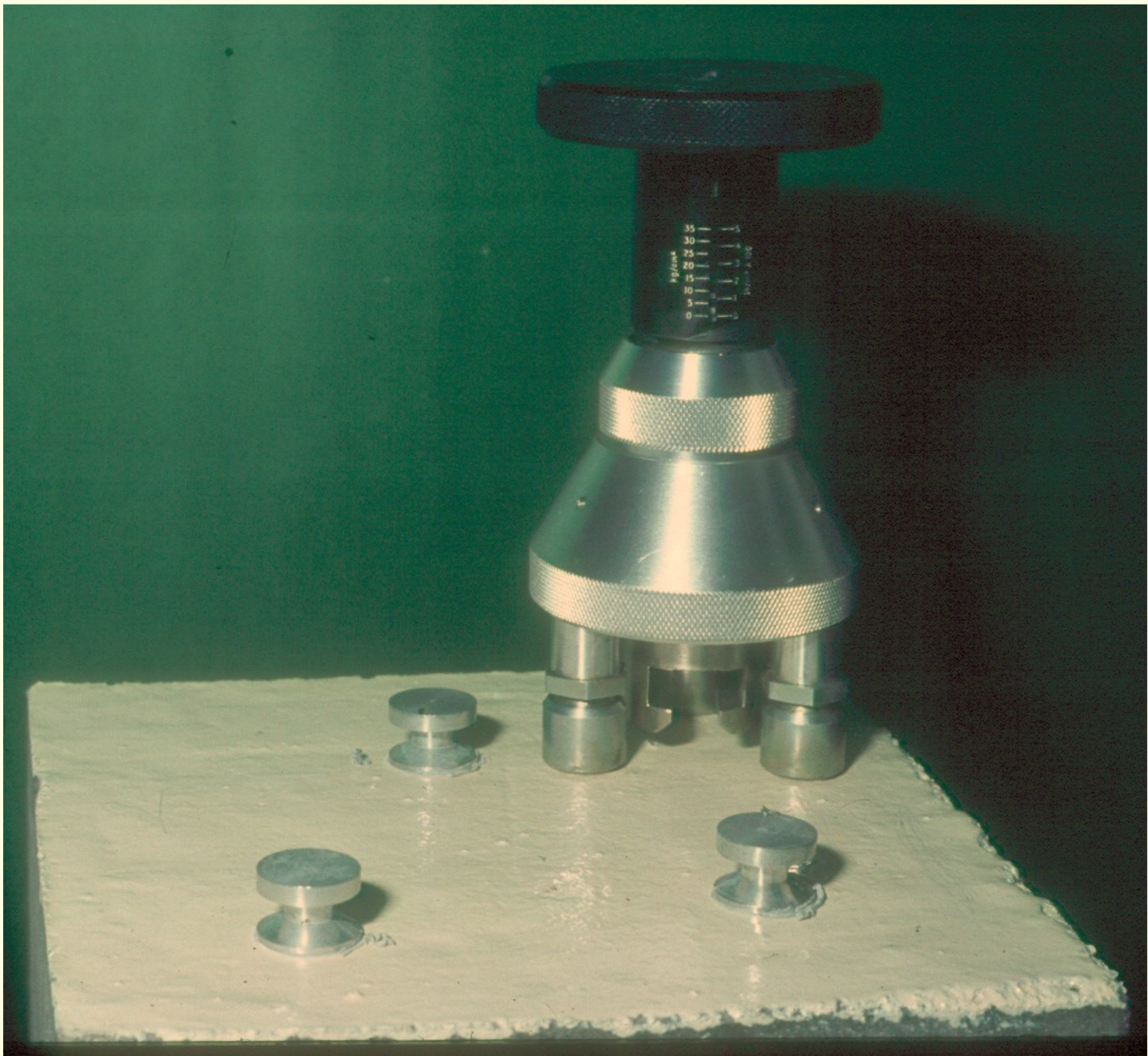
Vasúti kocsimosó vasbeton műtárgy felületvédelme savas mosóvíz ellen



DYNA Z16 típusú tapadás vizsgáló készülék



DYNA Z16 E típusú tapadás vizsgáló készülék


kg/cm²
35
30
25
20
15
10
5
0


5
10
15
16
0
bar
'03 05 08
Kausay


'03 05 08
Kausay


'03 05 08
Kausay

Köszönöm a szíves figyelmüket…

2007/11/12 14:15